

المجالات المغناطيسية

Magnetic Fields

الفصل

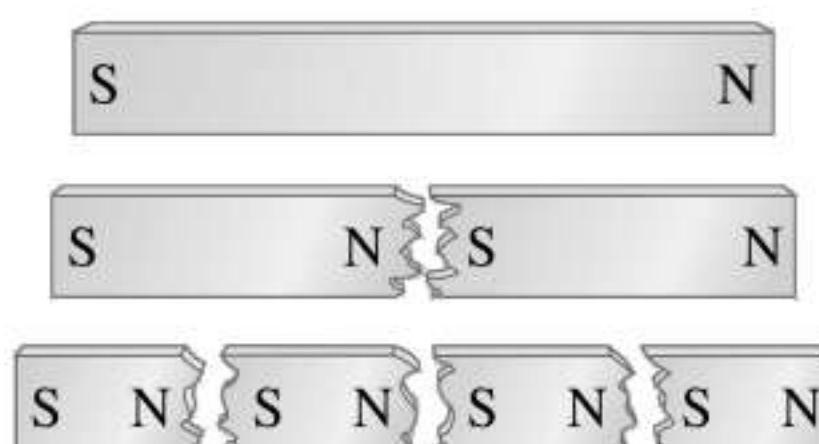
1

الخصائص العامة للمغناطيس:

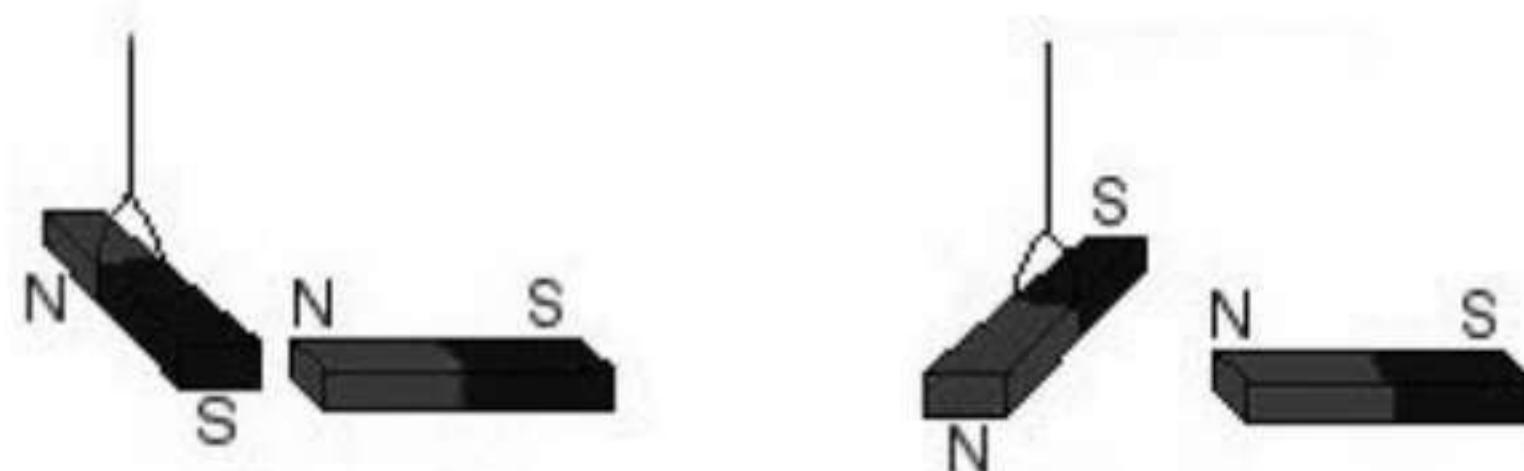
- ١- المغناطيس مستقطب فإذا ترك المغناطيس حر الحركة فإن القطب الشمالي دائمًا يتجه نحو القطب الجنوبي.



- ٢- إذا قسمت المغناطيس إلى نصفين فسينتح مغناطيسيان كل منهما له قطب شمالي وآخر جنوبي.



- ٣- الأقطاب المتشابهة تتجاذب والأقطاب المختلفة تتنافر.



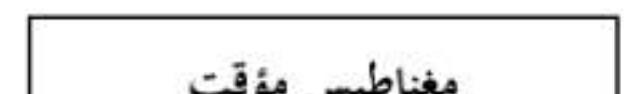
- ٤- الأرض هي مغناطيس عملاق يكون القطب المغناطيسي الجنوبي للأرض بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي لها وذلك لأن الأقطاب المختلفة تتجاذب.



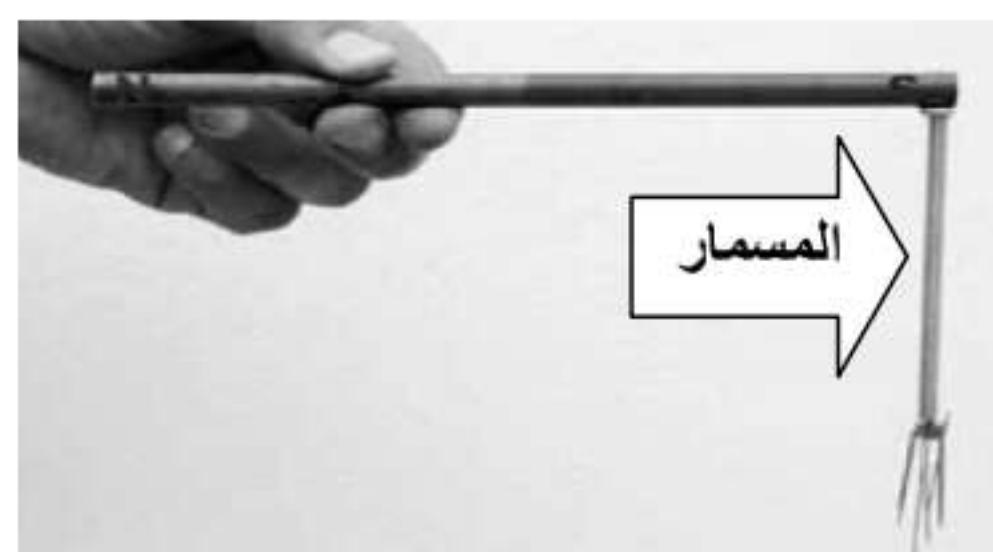
كيف تؤثر المغناط في المواد الأخرى :



تولد مغناطيسية المغناطيسي الدائم بنفس طريقة التي تولدت في المسمار لكن بسبب التركيب الجهري لمادة المغناطيسي فإن المغناطيسية تصبح دائمة.



إذا لامس المغناطيسي مسامراً فإن المسمار يصبح نفسه مغناطيساً يستطيع جذب قطع الحديد وإذا أبعدنا المغناطيسي فالمسمار سوف يفقد بعضاً من مغناطيسيته.



ال المجالات المغناطيسية حول المغناط الدائمة :

الجال المغناطيسي لمغناطيسي هو منطقة محيطة بالمغناطيسي ويظهر فيها تأثير هذا المغناطيسي .

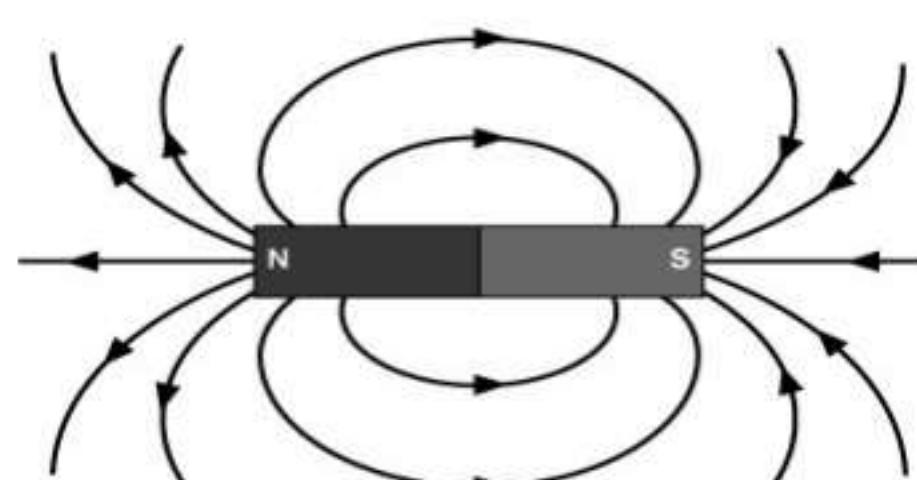
قياس المجال المغناطيسي :

- يقاس بكمية نسميه شدة المجال المغناطيسي ونرمز لها بالرمز **B**

- تقاس شدة المجال المغناطيسي بوحدةTesla ويرمز له بالرمز **T**

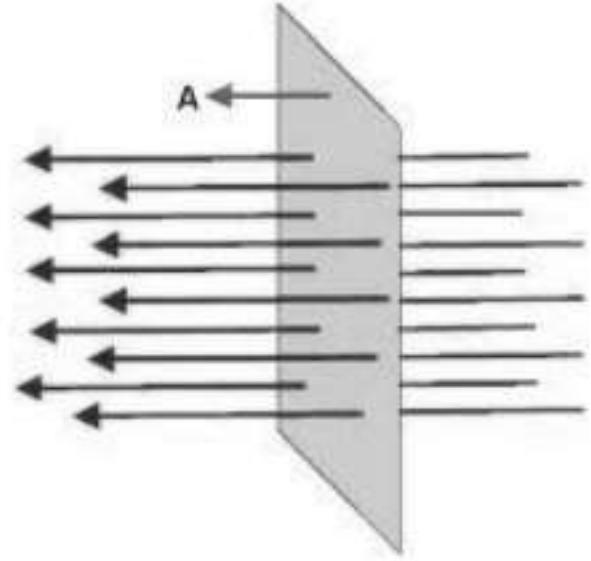
خطوط المجال المغناطيسي

خطوط المجال المغناطيسي تشبه خطوط المجال الكهربائي فهي وهمية وتكون هذه الخطوط خارجة من القطب الشمالي وداخلة إلى القطب الجنوبي كما بالشكل



التدفق المغناطيسي:

هو عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق السطح والتدفق يتناسب طردياً مع شدة المجال المغناطيسي كما بالشكل



الكهرومغناطيسية :

اكتشف العالم الدافركي أورستد انه إذا تحرك تيار كهربائي في سلك فان ينتج عن حركته انحراف إبرة بوصلة مغناطيسية مما يعني أنها تأثرت بال المجال المغناطيسي لهذا التيار.

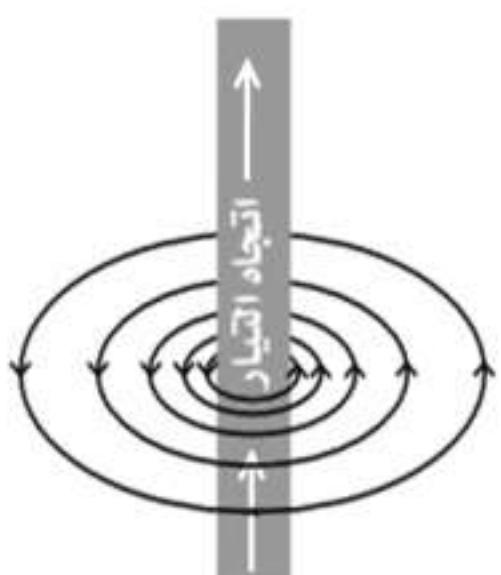


المجال المغناطيسي لبعض أشكال التيار الكهربائي :

١- التيار المستقيم:

شكل خطوط المجال المغناطيسي :

تكون على شكل دوائر متعددة المركز كما بالشكل .



تحديد اتجاه المجال المغناطيسي :

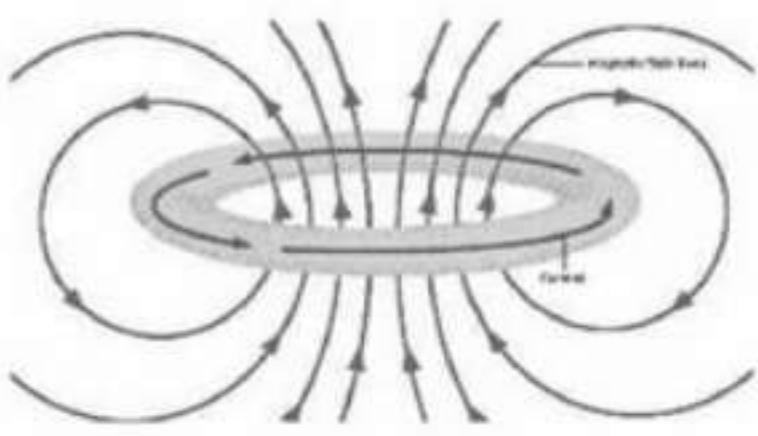
باستخدام قاعدة اليد اليمنى الأولى ، ونصها : أن تقبض على السلك بيده اليمنى ، جاعلاً الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي ، فيصبح التفاف بقية أصابع اليد يشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي .



٢- التيار الدائري :

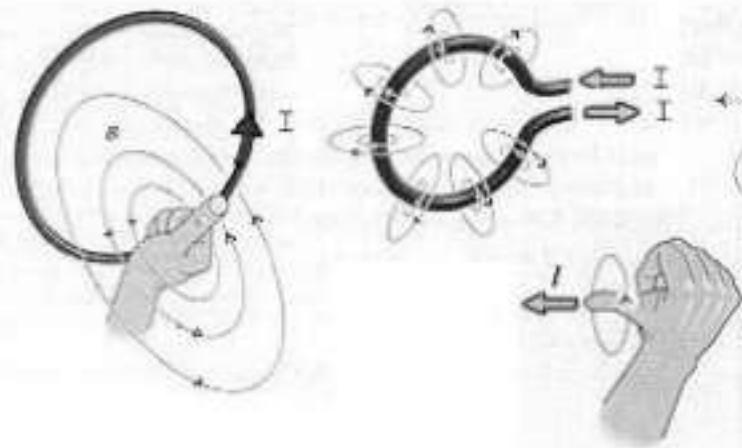
شكل خطوط المجال المغناطيسي :

تكون على شكل منحنيات مغلقة ما عدا حزمة ضيقة شبه متوازية تمر بمركز الملف الدائري



تحديد اتجاه المجال المغناطيسي :

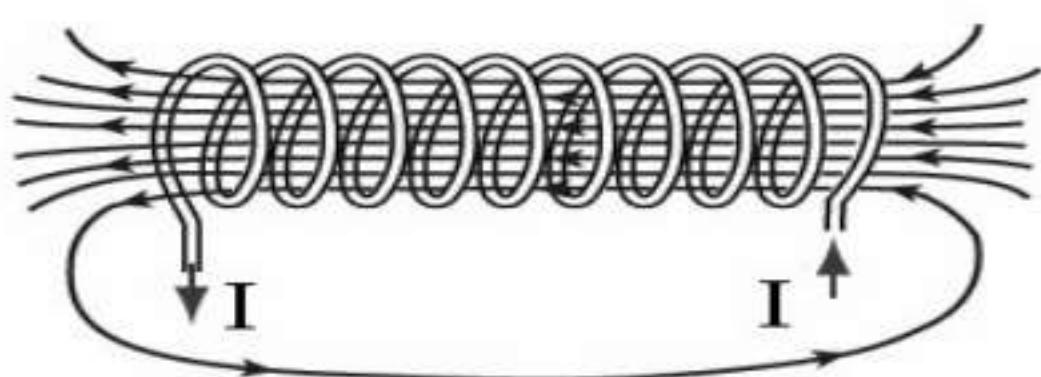
يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيس داخلاً الملف الدائري أو خارجه بنفس قاعدة اليد اليمنى الأولى .



٣- التيار اللولبي :

شكل خطوط المجال المغناطيسي :

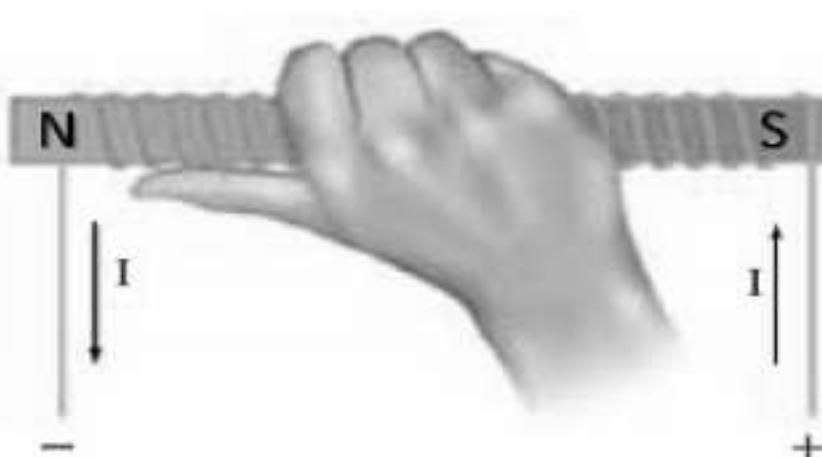
تكون على شكل خطوط شبه متوازية داخلاً الملف و متباينة خارجه .



تحديد اتجاه المجال المغناطيسي :

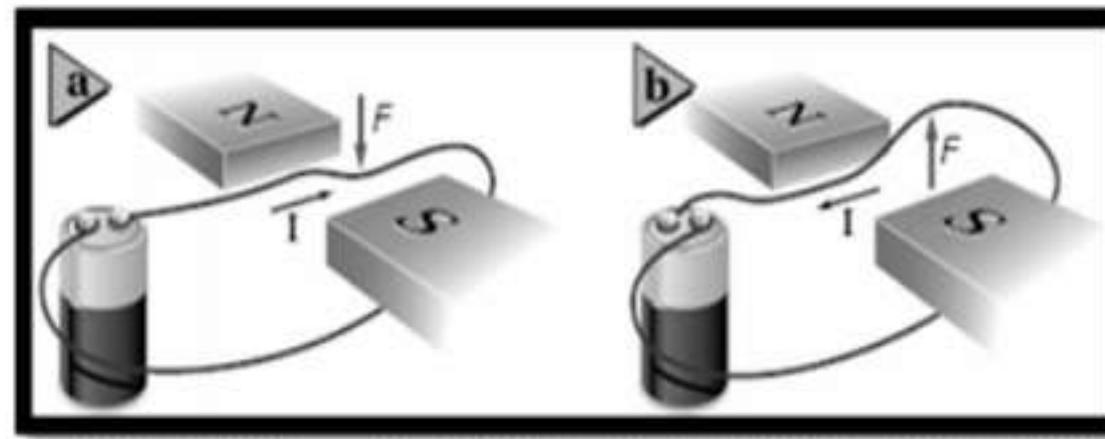
باستخدام ما يعرف بـ "قاعدة اليد اليمنى الثانية"

وهي تنص على: جعل اتجاه التفاف أصابع اليد اليمنى مع الاتجاه الاصطلاحي للتيار ؛ فيشير الإبهام إلى اتجاه المجال المغناطيسي (القطب الشمالي) داخلاً الملف .

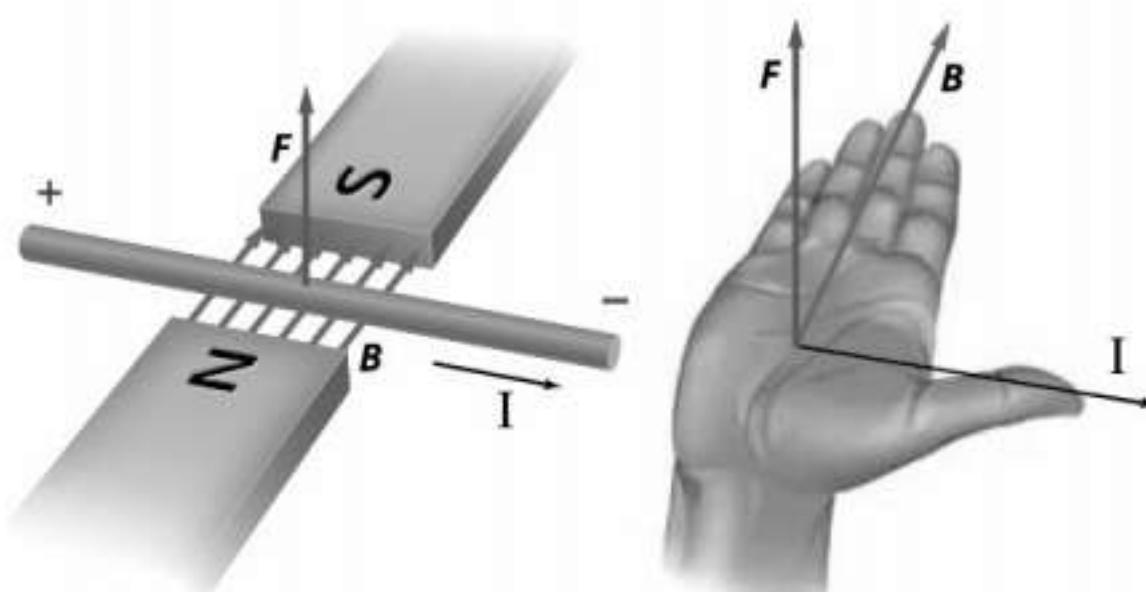


القوى المؤثرة في التيار الكهربائي المار في مجالات مغناطيسية :

عندما يمر تيار كهربائي في سلك موضوع في مجال مغناطيسي فإن هذا السلك سيعرض لقوة مغناطيسية تجعله يتحرك وتكون حركته على حسب إتجاه حركة التيار الكهربائي .

تحديد اتجاه القوة المغناطيسية

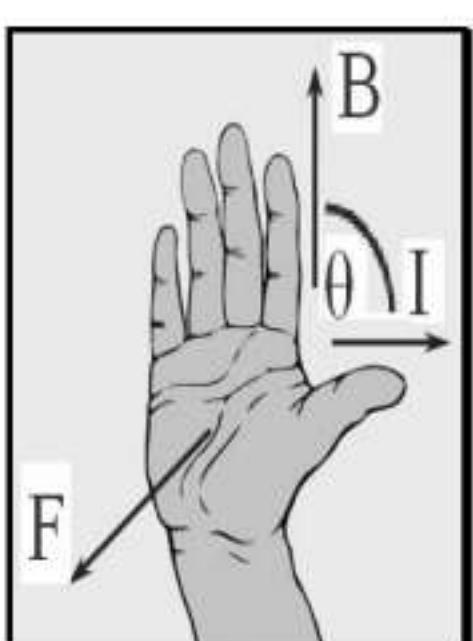
باستخدام قاعدة اليد اليمنى الثالثة التي تنص على " عندما يشير الإبهام إلى اتجاه التيار و بقية الأصابع تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي فإن القوة المغناطيسية هو اتجاه سهم خارج من راحة اليد عموديا عليها "

حساب مقدار القوة المغناطيسية

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$$

حيث :

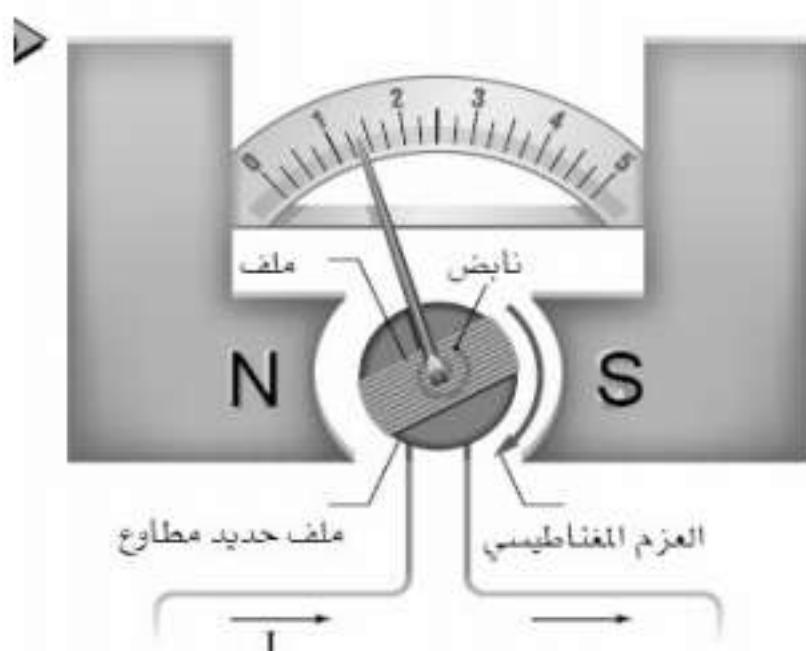
F / القوة المغناطيسية ، I / شدة التيار الكهربائي المار في السلك ، L / طول السلك ، B / شدة المجال المغناطيسي ، θ / هي الزاوية بين اتجاه B و اتجاه التيار



الجلفانومتر :

استخدامه :

هو جهاز يستخدم لقياس التيار الكهربائية الصغيرة جداً.

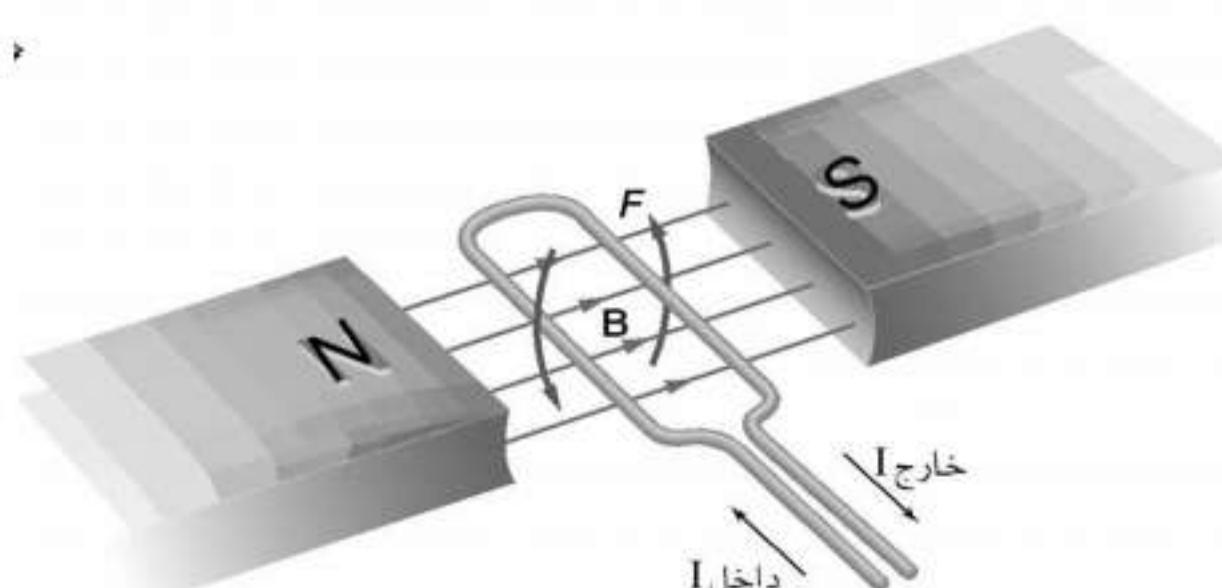


تركيبه :

- ١ - مغناطيس قوي على شكل حرف (U).
- ٢ - ملف قابل للدوران.
- ٣ - مؤشر خفيف متصل بالملف.
- ٤ - زنبرك يعمل على إعادة الملف لوضعه الأصلي.

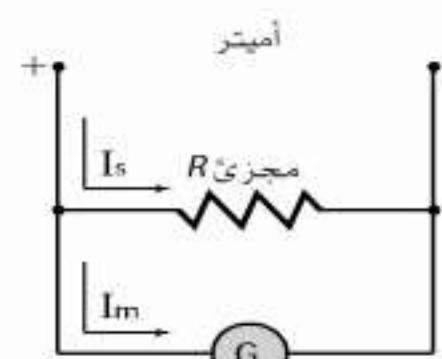
مبدأ عمله :

- ١ - عندما يمر تيار في الملف ينشأ عزم بسبب تأثير المجال المغناطيسي ي العمل على دوران الملف.
- ٢ - ينشأ عزم آخر من النابض يقاوم هذا الدوران فيtrinsic الملف ويتوقف عن الدوران.
- ٣ - يشير مؤشر الجلفانومتر لقيمة التيار المراد قياسها.

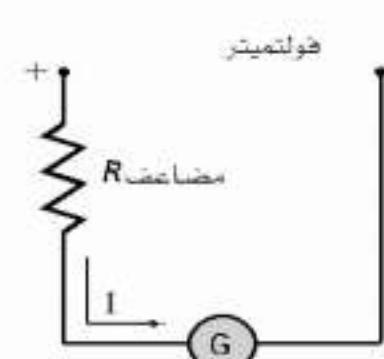


ملاحظات :

- ١ - يمكن أن يحول الجلفانومتر إلى أمتير بربط مقاومة صغيرة جداً معه على التوازي كما بالشكل

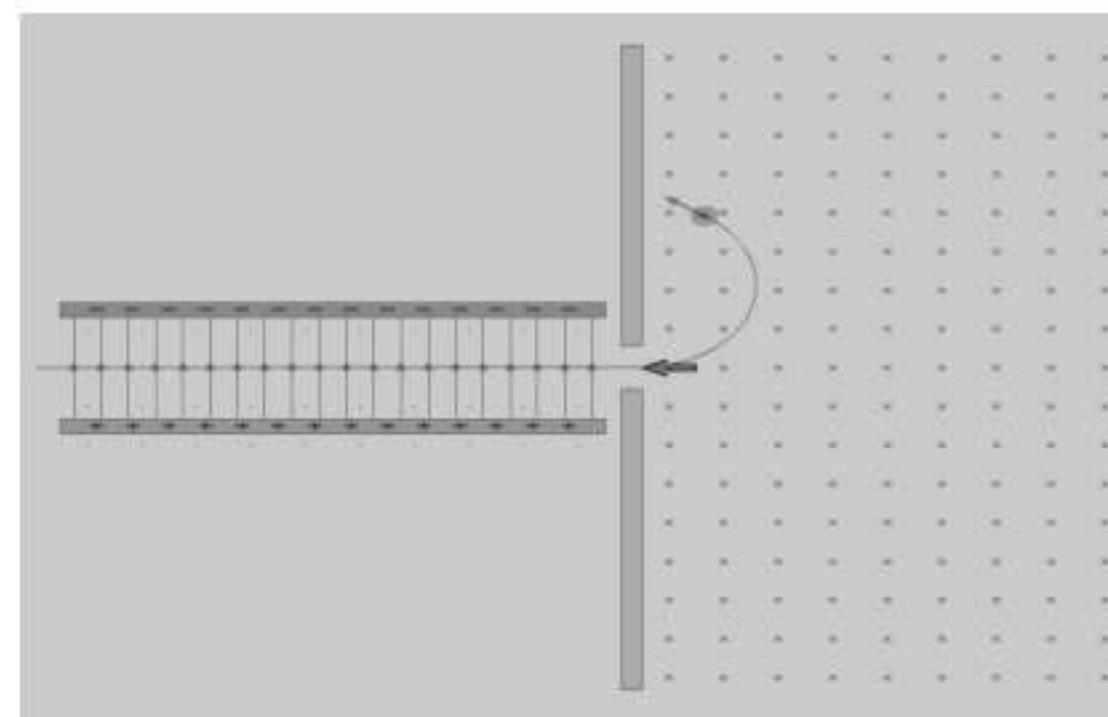


- ٢ - كما يمكن تحويل الجلفانومتر إلى فولتميتر بربط مقاومة كبيرة معه على التوالى كما بالشكل :



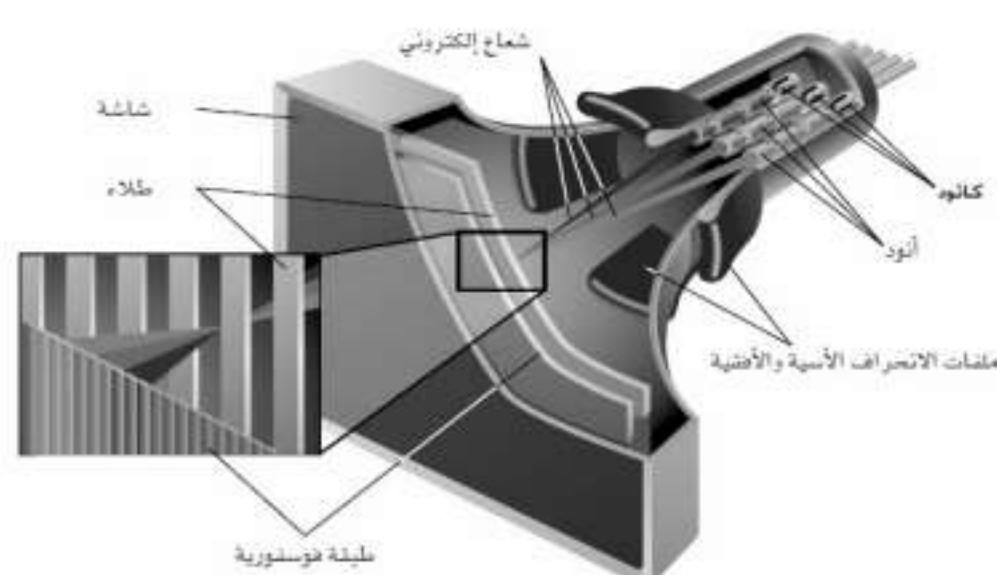
القوة المغناطيسية المؤثرة في جسيم مشحون :

يمكن أن تؤثر القوة المغناطيسية على جسيم مشحون عند دخوله إلى مجال مغناطيسي في الشكل التالي يدخل جسيم مشحون إلى مجال مغناطيسي لاحظ كيف تتسبب القوة المغناطيسية في حرف الجسيم عن مساره.



استخدام القوة المغناطيسية :

في أنبوب الأشعة المهبطية المستخدم في شاشات الحاسوب وشاشات التلفاز يستخدم أخraf المجالات المغناطيسية لتشكيل صورة على الشاشة



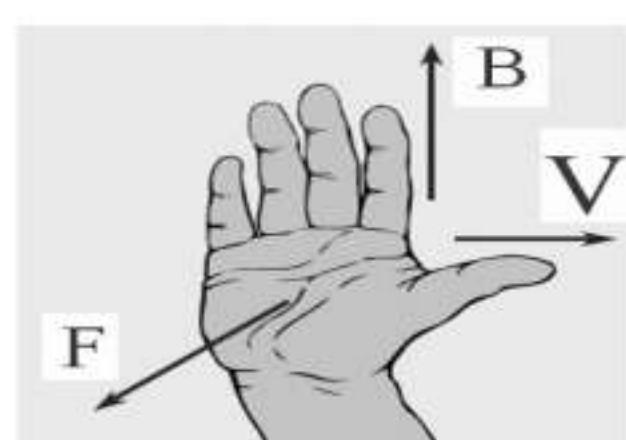
قانون القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على جسيم مشحون :

$$F = q v B \sin\theta$$

حيث : q / الشحنة الكهربائية ، V / سرعة الشحنة الكهربائية ، B / شدة المجال المغناطيسي ، θ / الزاوية بين B و V

اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون:

يكون اتجاه القوة دائمًا عمودياً على كل من اتجاه السرعة واتجاه المجال المغناطيسي ويمكن معرفة اتجاه القوة بتطبيق قاعدة اليد اليمنى الثالثة



الفصل 2

الحث الكهرومغناطيسي Electromagnetic induction

الحث الكهرومغناطيسي :

لم يكن في حسبان أحد قبل عام ١٨٣١ م أنه يمكن توليد الكهرباء من غير البطاريات الكيميائية إلا أن اكتشافاً ملأ بكل فاراداي في ذلك العام غير هذا التفكير!!!

فقد وجد العالم فاراداي أنه إذا وضع جزء من سلك حلقة دائرة كهربائية داخل مجال مغناطيسي (لا تحتوي على مولد) فإنه يتولد تيار كهربائي داخل الدائرة الكهربائية .

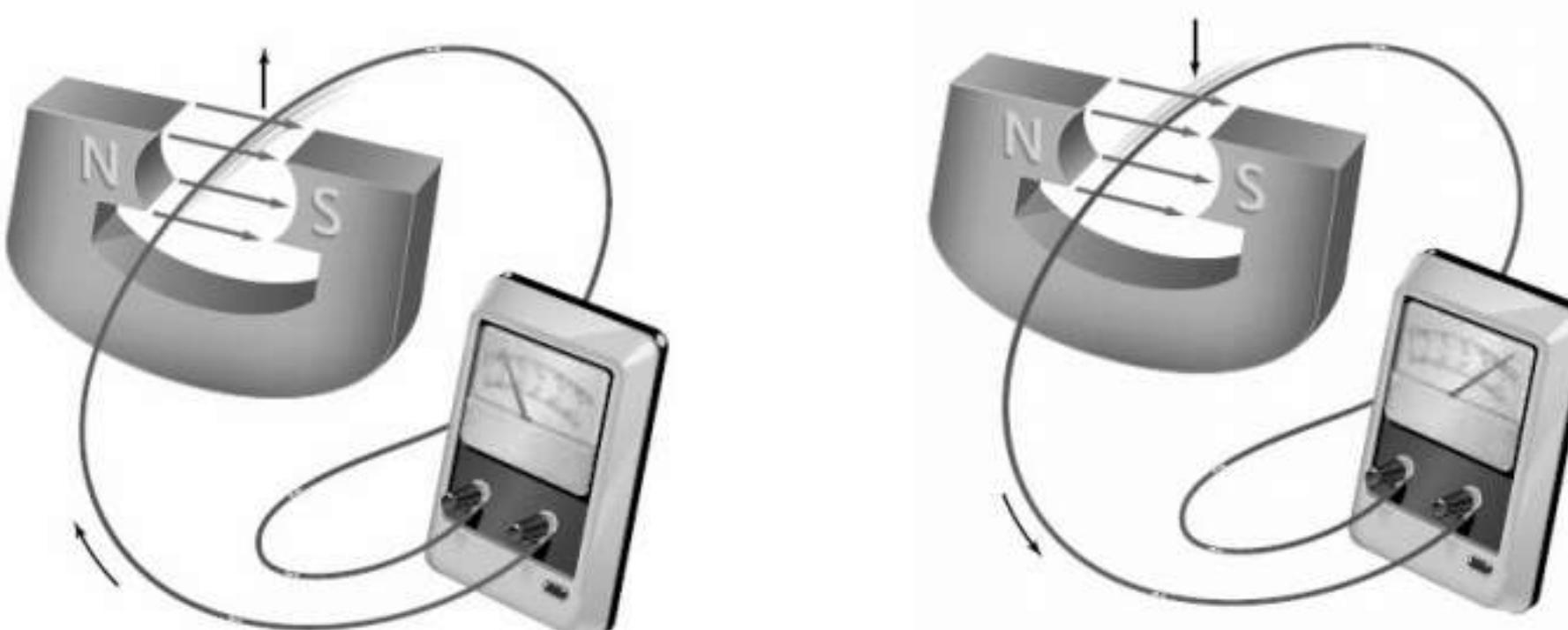
لاحظ أن التيار الكهربائي في السلك لا يتولد إذا كان :

١ - السلك ساكن ٢ - تحريك السلك باتجاه موازي للمجال المغناطيسي

بينما يتولد التيار الكهربائي:

١ - إذا تحرك السلك إلى أعلى في المجال المغناطيسي فيتولد تيار باتجاه معين

٢ - إذا تحرك السلك إلى الأسفل في المجال المغناطيسي فيتولد تيار باتجاه معاكس للاتجاه السابق .



يسمى التيار الكهربائي في هذه الحالة (تيار كهربائي حشبي)

القوة الدافعة الكهربائية :

- تعلمنا سابقاً أنه لا يمر تيار كهربائي إلا إذا كانت الدائرة مغلقة وهناك بطارية (وفائدة البطارية أنها تضمن استمرار وجود فرق في الجهد حتى يحدث انتقال للشحنات من الجهد المنخفض إلى الجهد العالي) .

ملاحظات على القوة الدافعة الكهربائية :

- فرق الجهد المبذول من البطارية يسمى القوة الدافعة الكهربائية **EMF**
- القوة الدافعة الكهربائية هي فرق جهد وليس قوة.
- تسمى القوة الدافعة الكهربائية في تجربة فارادي بالقوة الدافعة الحثية وتعطى من هذا القانون :

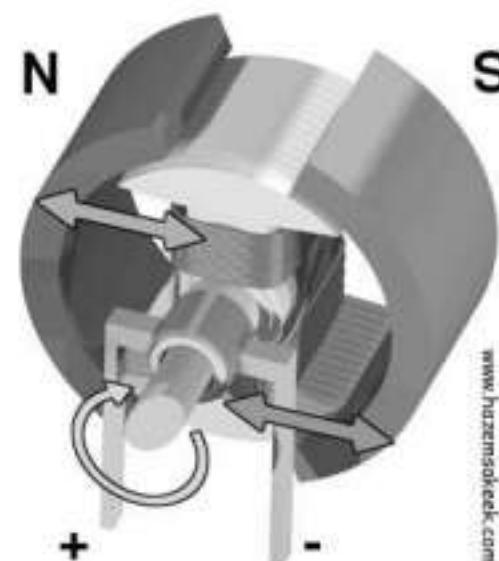
$$\text{EMF} = BLv (\sin \theta)$$

حيث :

/ القوة الدافعة الكهربائية ، **EMF** / طول السلك ، **L** / شدة المجال المغناطيسي ،
/ سرعة حركة السلك داخل المجال المغناطيسي ، **V** / زاوية حركة السلك داخل المجال المغناطيسي ، **θ**

③ المولدات الكهربائية :

المولد الكهربائي (الدينامو) يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

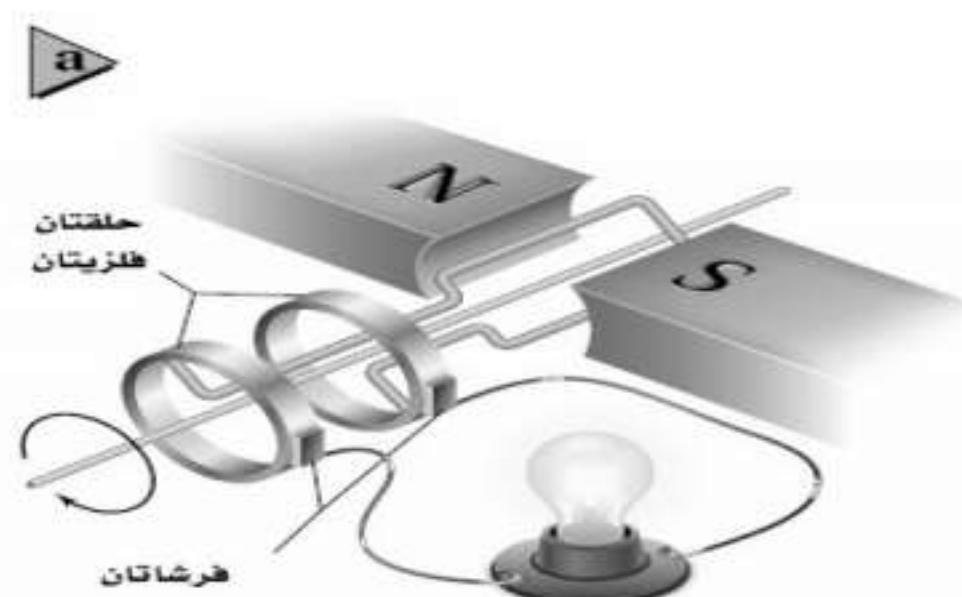


تركيبة :

- ١ - ملف نحاسي ملفوف حول قلب معدني قابل للدوران
- ٢ - مغناطيس قوي على شكل حرف U .

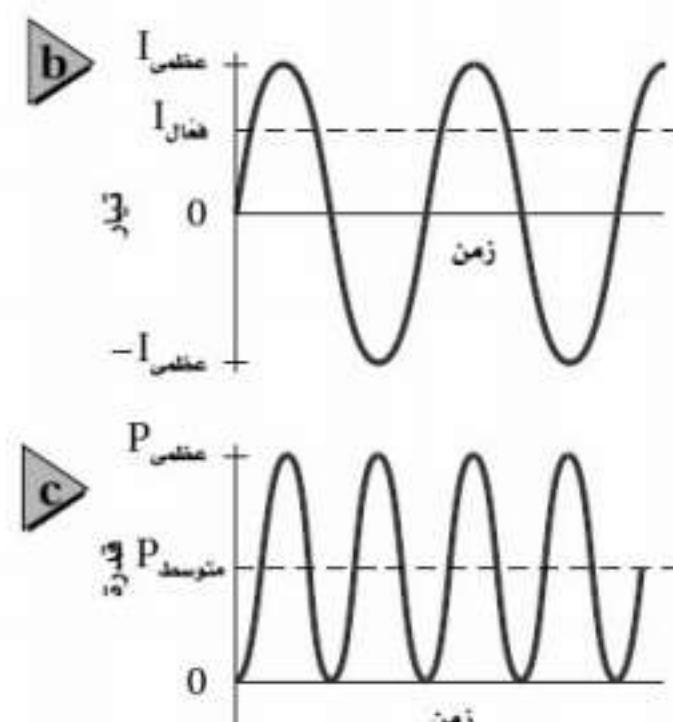
طريقة عمله :

- ١- يثبت الملف داخل المجال المغناطيسي بحيث يكون حر الحركة .
- ٢- خلال دورانه يقطع خطوط المجال المغناطيسي فتولد قوة دافعة كهربائية حثية وبالتالي تيار كهربائي حتى

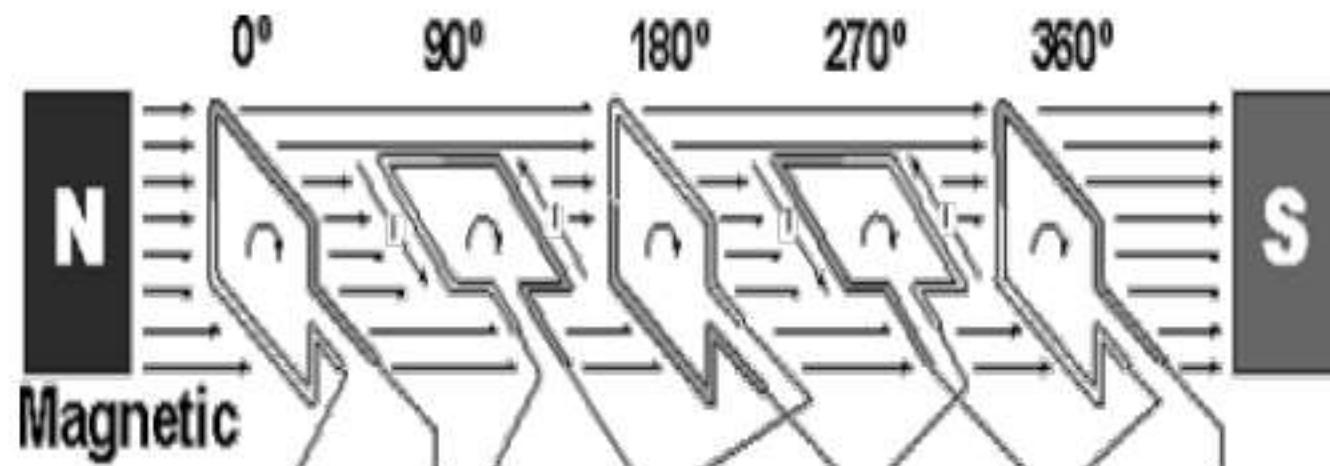


ملاحظات :

- عند وصل المولد الكهربائي بدائرة مغلقة تنتج القوة الدافعة الكهربائية الحثية تياراً كهربائياً.
- تتغير قيمة التيار من قيمة عظمى إلى قيمة صغرى كلما انتهت الحلقة دورة كاملة



- نحصل على أكبر قيمة للتيار عندما تكون حركة الحلقة عمودية على اتجاه المجال المغناطيسي



- مع استمرار الحلقة في الدوران تقل عدد الخطوط التي تمر عبر الحلقة فيقل التيار الكهربائي الى ان تصبح قيمته صفر وبالتالي يكون التيار أكبر ما يمكن عندما تكون الحلقة بوضع عمودي وأقل قيمة للتيار عندما تكون الحلقة موازي لخطوط المجال المغناطيسي .

أنواع التيارات الكهربائية :

١- التيار المستمر D.C :

هو التيار الكهربائي الذي يتدفق بشكل ثابت من القطب السالب إلى الموجب من مصدر توليد التيار الكهربائي . مثل التيار المتدايق من البطارية الحادة .

٢- التيار المتناوب A.C :

هو التيار الذي يتدفق بشكل متناوب من السالب إلى الموجب مرة أخرى من مصدر توليد الطاقة الكهربائية . مثل التيار المتدايق من مولد كهربائي .
سمى التيار المتناوب بهذا الاسم لأن الملف الذي يقطع المجال المغناطيسي يغير اتجاهه خلال عملية الدوران مما يعني تغيير اتجاهه في كل مرة يدور فيها الملف نصف دورة وبالتالي يتغير القطب الموجب والسلب في كل مرة .

مولادات التيار المتناوب :

- تسمى المولادات التي يتغير فيها التيار بين صفر وبين قيمة عظمى بـ مولادات التيار المتناوب .
- يوصف التيار المتناوب والجهد المتناوب بدالة التيار الفعال والجهد الفعال(أو متوسط الجذر التربيعي RMS) بدلا من الإشارة إلى القيمة العظمى لها حيث:

الجهد الفعال	التيار الفعال
$V_{فعال} = V_{عظمى} \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0.707 V_{عظمى}$	$I_{فعال} = I_{عظمى} \frac{\sqrt{2}}{2}$

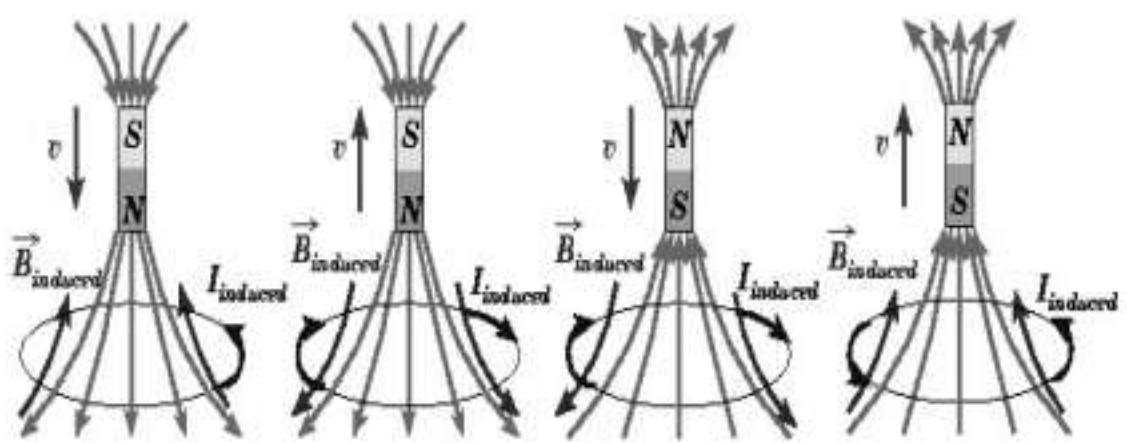


قانون لنز :

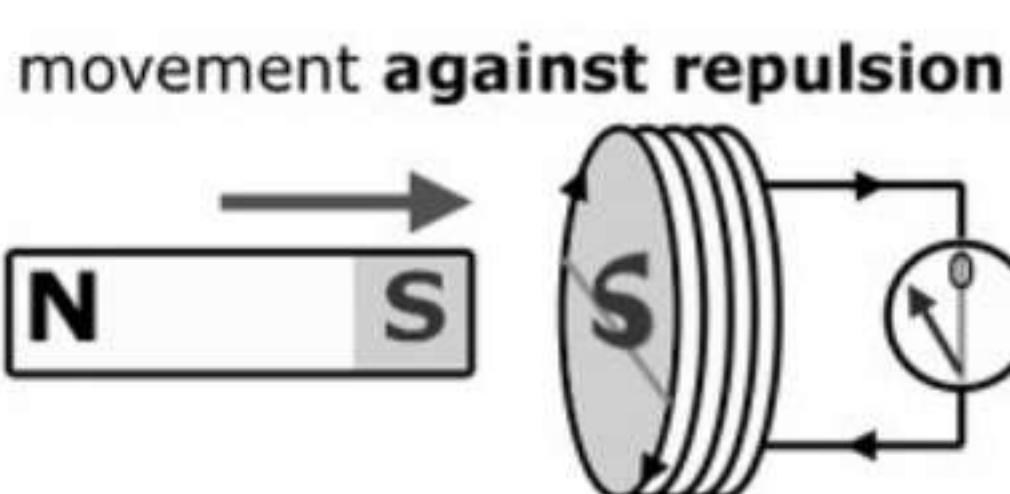
اتجاه التيار الحشى يعاكس المجال المغناطيسي الذى سببه .

تفسير قانون لنز :

من الشكل المقابل :



إذا قرب القطب الشمالي لمغناطيس ملف تولّد قوة دافعة كهربائية حشية في الملف تماّن اقتراب القطب الشمالي بحيث يصبح طرف الملف قطباً شماليّاً أيضاً وبالتالي يمنع تزايد التيار التأثيري كذلك الأمر يحدث بالنسبة للقطب الجنوبي.



مانعة التغير : (تطبيق قانون لنز) :

في الشكل المقابل :

عند تقرّب قطب جنوبي لمغناطيس من الطرف الأيسر ملف



يتغيّر المجال المغناطيسي



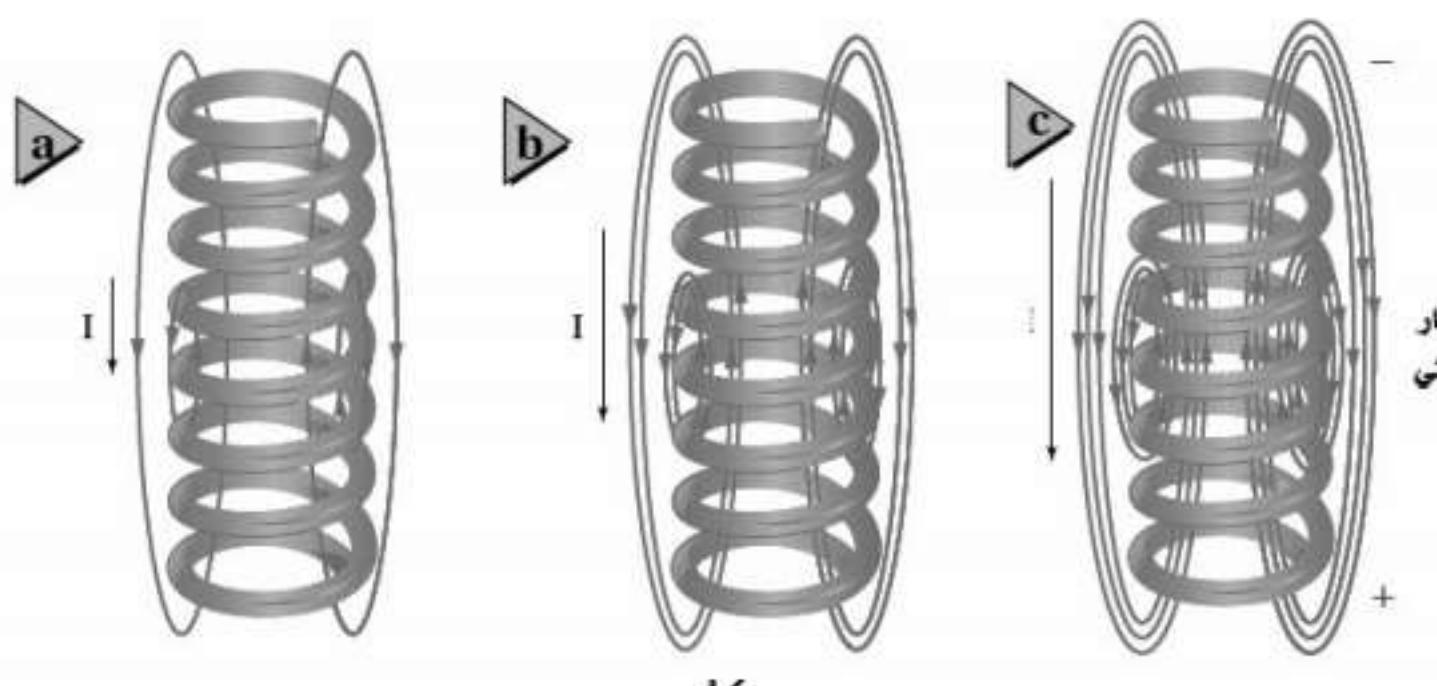
فيتولّد تيار حشى يعاكس هذا التغيير بعّاً لقانون لنز



أى سيصبح الطرف الأيسر للملف قطب جنوبي

② الحث الذاتي :

في الشكل المقابل لاحظ أن التيار من a إلى b إلى c يتزايد في السلك وبالتالي فإن المجال المغناطيسي يتزايد معه فيتولّد قوة دافعة كهربائية عكسيّة تولد تياراً حشياً يقاوم تغييرات التيار الذي أحدثه وتسمى هذه الظاهرة بالحث الذاتي .



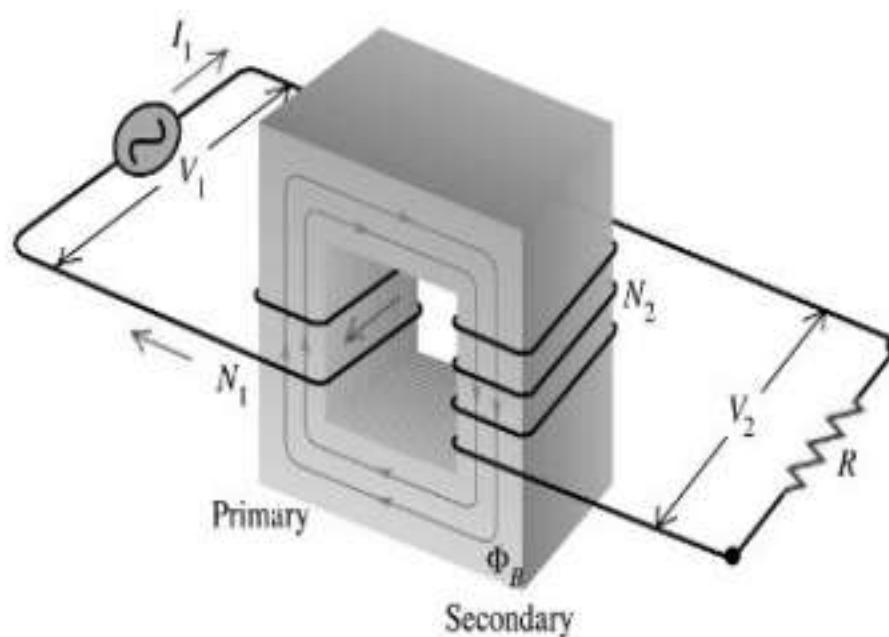
المحولات الكهربائية :

الغرض منه

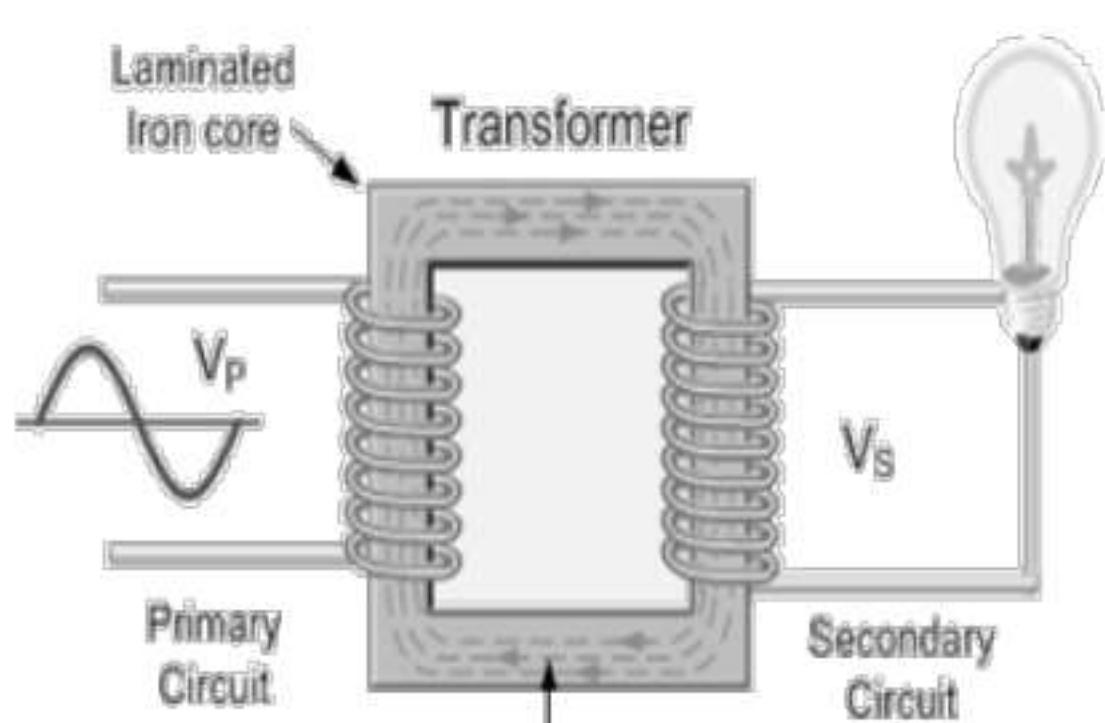
تغيير قيمة الجهد الكهربائي إما زيادة (يسمى محول رافع للجهد) أو نقصاً (ويسمى خافض للجهد)

تركيبه

- ١) ملفان أحدهما ابتدائي والآخر ثانوي. أحدهما عدد لفاته أكثر من الآخر.
- ٢) الملف المتصل بالمصدر الكهربائي يسمى الملف الابتدائي والملف المتصل بالجهاز يسمى الملف الثانوي.
- ٣) قلب حديدي ، و يكون الملف الثانوي في جانب والملف الابتدائي في الجانب.



مبدأ عمله :

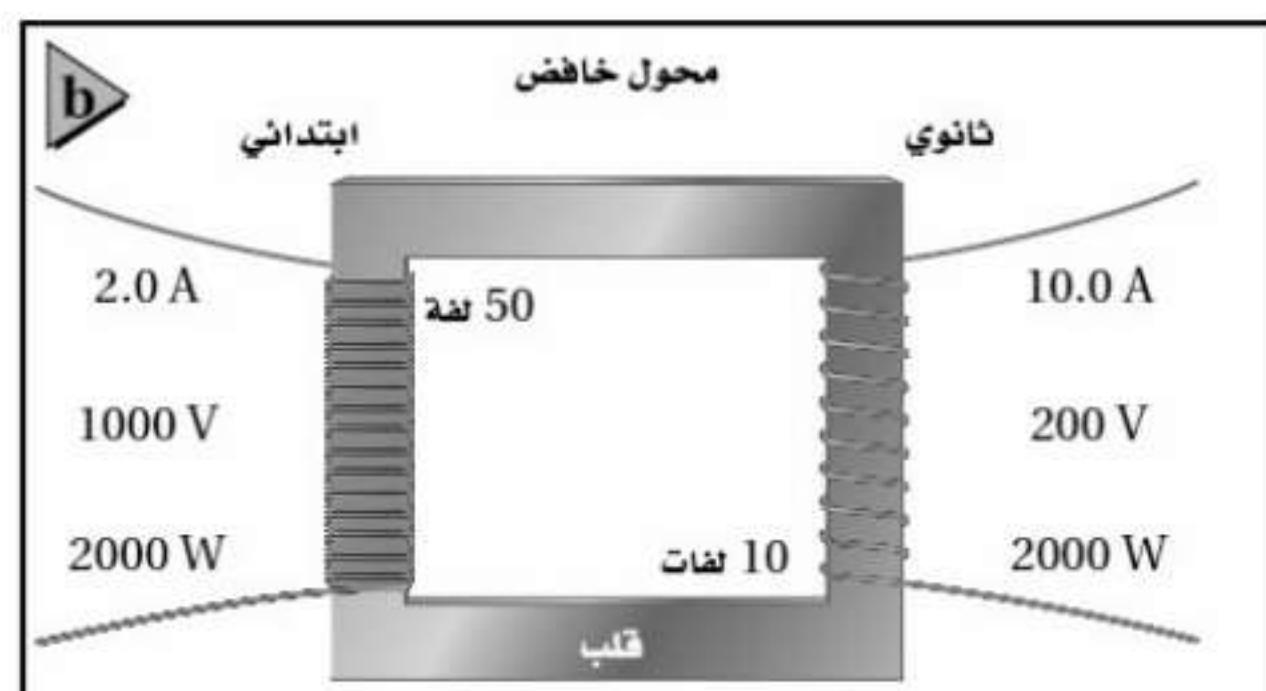
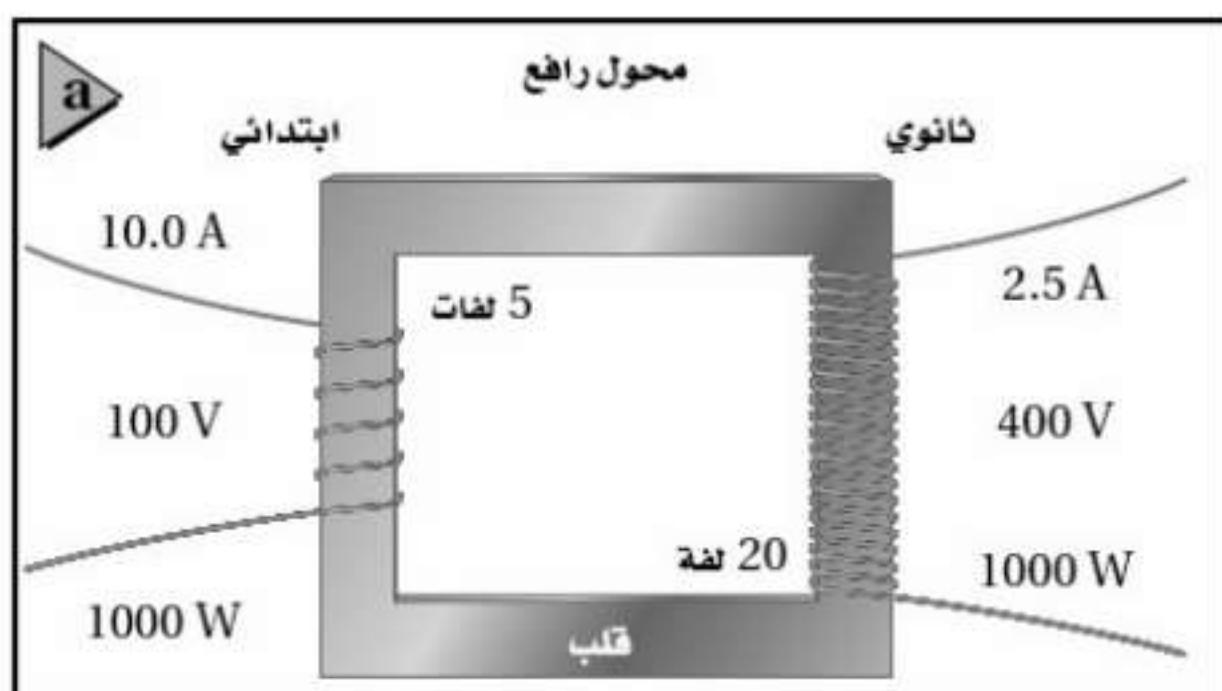


- ١- يتم توصيل الملف الابتدائي بمصدر للتيار المتناوب .
- ٢- ينشأ عن تغير التيار مجال مغناطيسي متغير .
- ٣- ينقل هذا التغير عبر القلب الحديدي إلى الملف الثانوي .
- ٤- تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حشية .
- ٥- يسمى هذا التأثير بالحث المتبادل .

قانون المحول الكهربائي :

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\frac{\text{الجهد الثانوي}}{\text{الجهد الابتدائي}} = \frac{\text{عدد لفات الملف الثانوي}}{\text{عدد لفات الملف الابتدائي}}$$

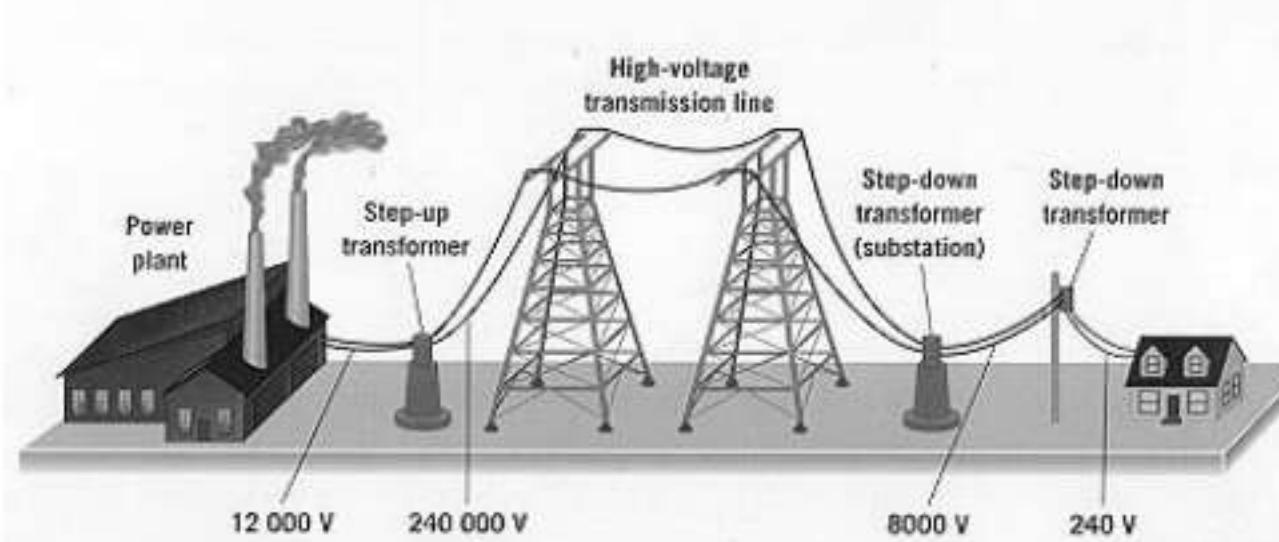


٢ - محول رافع للجهد إذا كان الجهد الثانوي
أكبر من الجهد الابتدائي

١ - محول خافض للجهد إذا كان الجهد
الابتدائي أكبر من الجهد الثانوي

الاستعمالات اليومية للمحولات الكهربائية:

تستخدم المحولات الرافعية للحصول على جهود كهربائية قد تصل إلى **480000** فولت وعندما تصل إلى المستهلك تستخدم محولات خففية لتزويد بجهود منخفضة تناسب الأجهزة المنزلية



الفصل 3

الكهرومغناطيسية Electromagnetism

الموجات الكهرومغناطيسية

- تتكون من مجالات كهربائية ومغناطيسية تنتشر في الفضاء
- سبب نشأة الموجات الكهرومغناطيسية هو (حركة الإلكترون) ، لأن شحنة الإلكترون تنتج مجالات كهربائية و المجالات المغناطيسية

① كتلة الإلكترون :

كيف يمكن قياس كتلة جسم صغير جداً لا يمكن رؤيته بالعين المجردة ولا يمكن قياسه حتى بأكثر الموازين الحساسة ؟

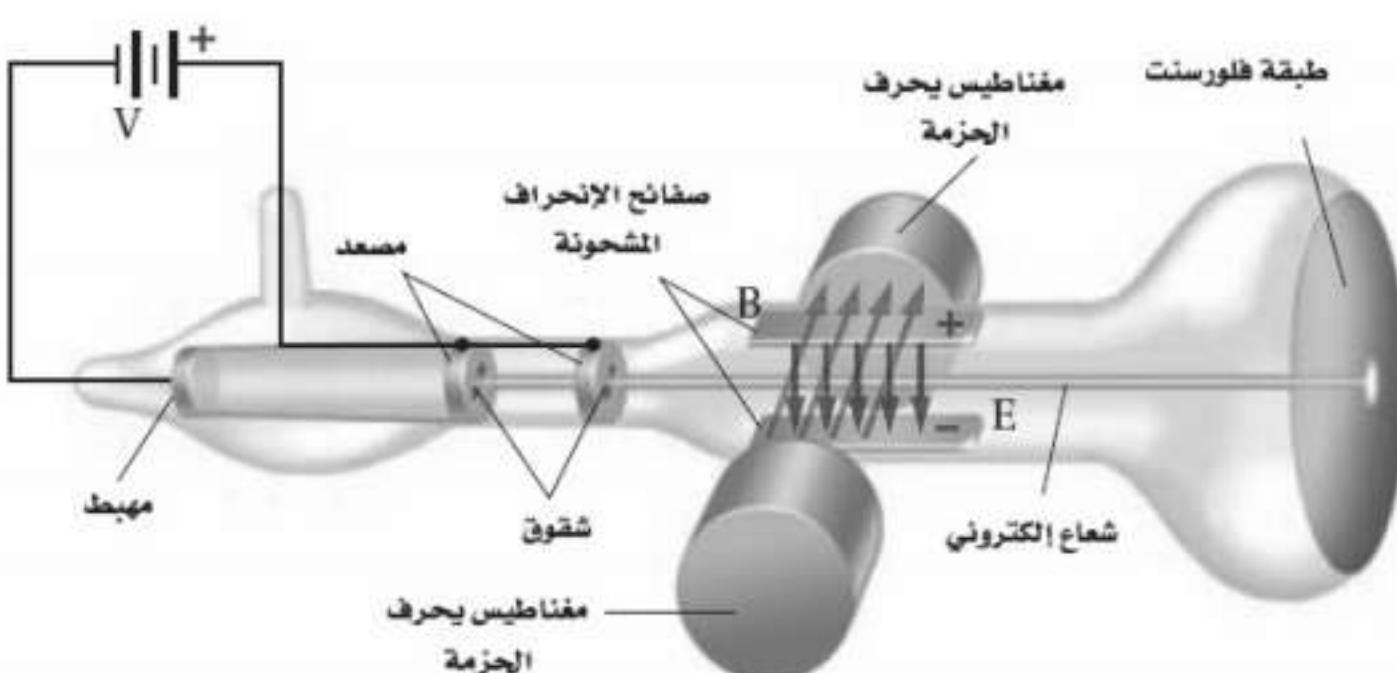
طلب الحل سلسلة من الاكتشافات

١ - العالم روبرت ميلikan كشف أول السلسلة حيث تمكّنتعليق قطرة الزيت داخل مجال كهربائي وموازنتها ليتمكن من قياس شحنة

$$q = 1.602 \times 10^{-19}$$

٢ - ثم تمكّن العالم طومسون من تحديد نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته q/m

٣ - ومن شحنة الإلكترون ونسبة الشحنة للكتلة تم حساب كتلة الإلكترون



تجارب طومسون مع الإلكترونات :

- استخدم أنبوب أشعة المهبط
 - وهو جهاز يولد حزمة الكترونات
- ومن الجهاز قاس النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته

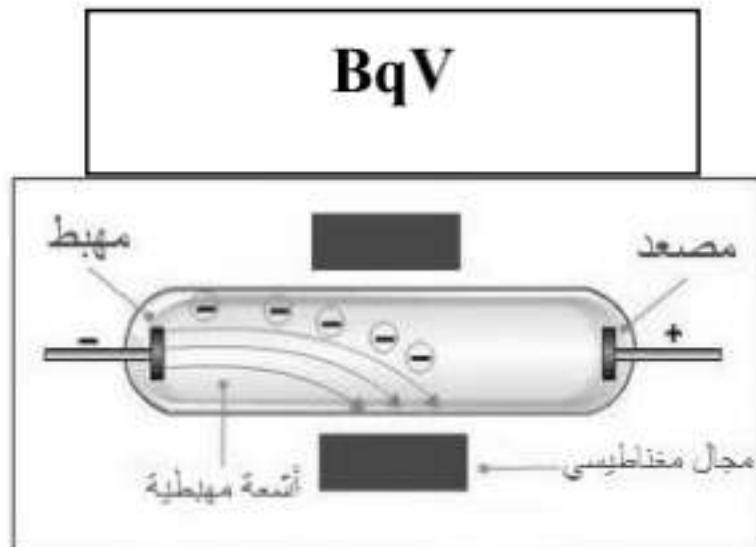
١ - تبعثر الإلكترونات من المهبط وتتسارع نحو المصعد

٢ - تمر بعض هذه الإلكترونات من خلال شقوق موجودة في المصعد لتشكل حزمة ضيقة

٣ - عندما تصل هذه الإلكترونات إلى نهاية الأنبوب تصطدم بطلاء فلورسنت فتسبب توهجهها

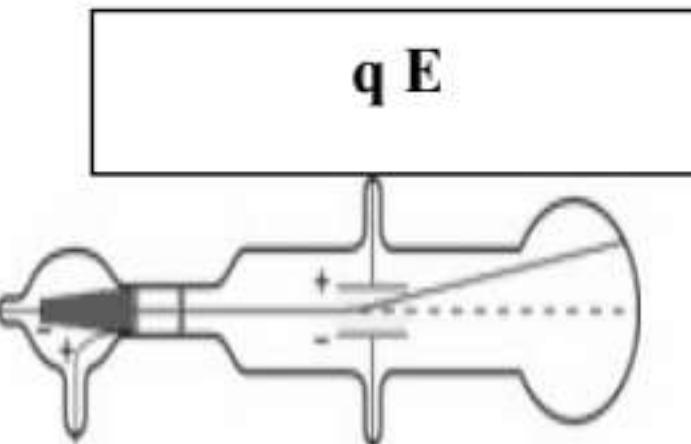
إذا مررت حزمة الالكترونات بمجال مغناطيسي :

ينتج المجال المغناطيسي عن طريق مغناطيسين كهربائيين .
اتجاهه متعامد على كلاً من اتجاه الحزمة و المجال الكهربائي
ينتج المجال المغناطيسي قوة تؤثر على الالكترونات تسبب انحراف الالكترونات نحو الأسفل ومقدارها



إذا مررت حزمة الالكترونات بمجال كهربائي :

يتم توليد المجال الكهربائي عن طريق صفيحتين مشحونتين متعامدة مع اتجاه حزمة الالكترونات
ينتج المجال الكهربائي قوة تؤثر على الالكترونات تسبب انحرافها نحو الصفيحة الموجبة ومقدارها



يمكن تعديل المجالين الكهربائي والمغناطيسي بحيث تسلك حزمة الالكترونات مساراً مستقيماً دون أن ينحرف عندما تكون القوة المغناطيسية مساوية للقوة الكهربائية

$$v = \frac{Eq}{Bq} = \frac{E}{B}$$

وبحل المعادلة لحساب v

$$BqV = qE$$

أي

إذا فصل المجال الكهربائي :

تبقى القوة الناتجة عن المجال المغناطيسي فقط
اتجاه هذه القوة عمودي على اتجاه حركة الالكترونات مما يؤدي انحرافاً فتسلك الالكترونات مساراً دائرياً نصف قطرة r
ومن قانون نيوتن الثاني للحركة تصبح القوة المغناطيسية

$$BqV = \frac{mv^2}{r}$$

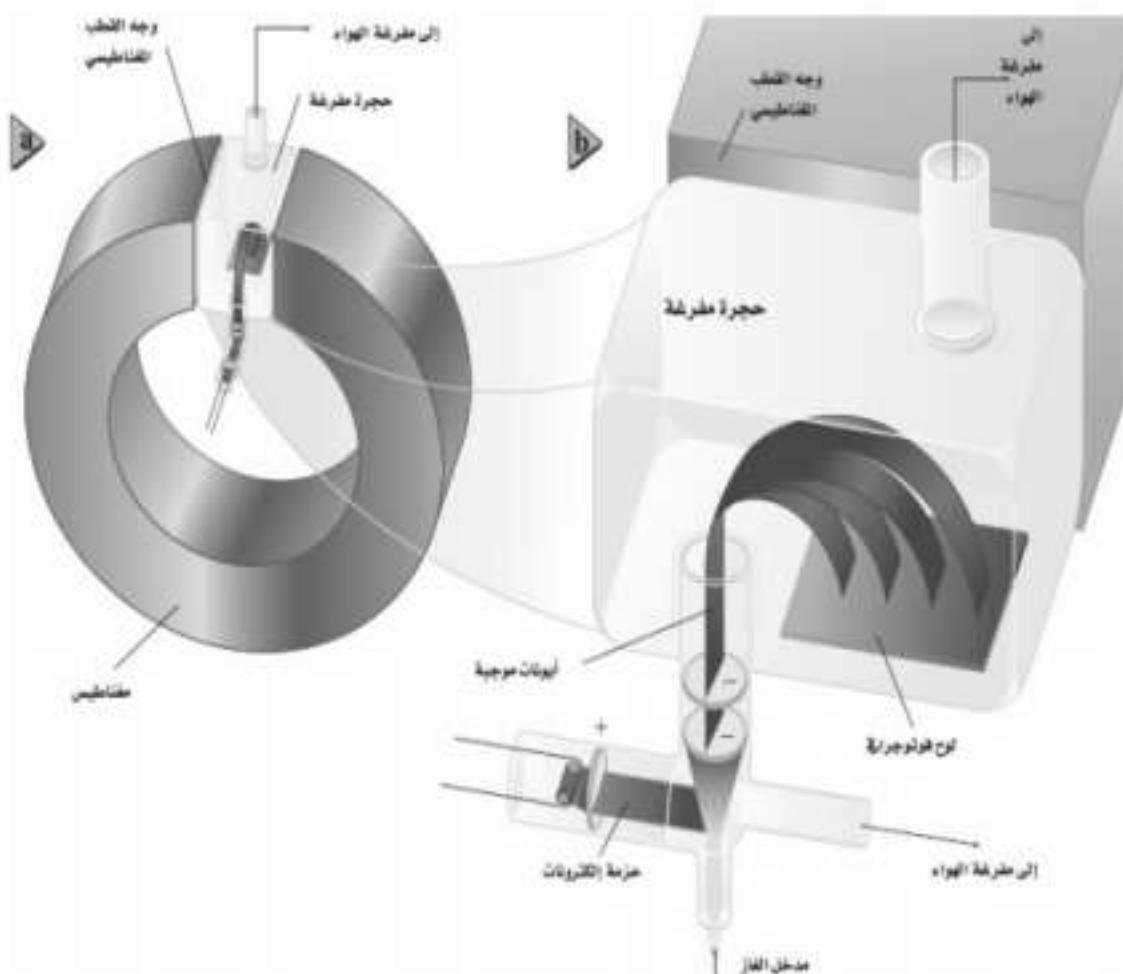
من هذا القانون نحسب كتلة الالكترون بالمعادلة :

حيث v هي سرعة الالكترونات
 r هي نصف قطر مسار الالكترونات

$$\mathbf{m} = \frac{\mathbf{q} \mathbf{B} \mathbf{r}}{\mathbf{v}}$$

ومن هذا القانون حسب طومسون كتلة الالكترون

② مطياف الكتلة :



لاحظ العالم طومسون عندما وضع غاز النيون في أنبوب الأشعة المهبطية توجه نقطتين مضيئتين على الشاشة بدلاً من نقطة واحدة و استنتج أن الذرات المختلفة من العنصر نفسه لها الخصائص كيميائية متماثلة لكن لها كتل مختلفة

النظير هو أشكال مختلفة من الذرة لها الخصائص كيميائية متماثلة لكن لها كتل مختلفة

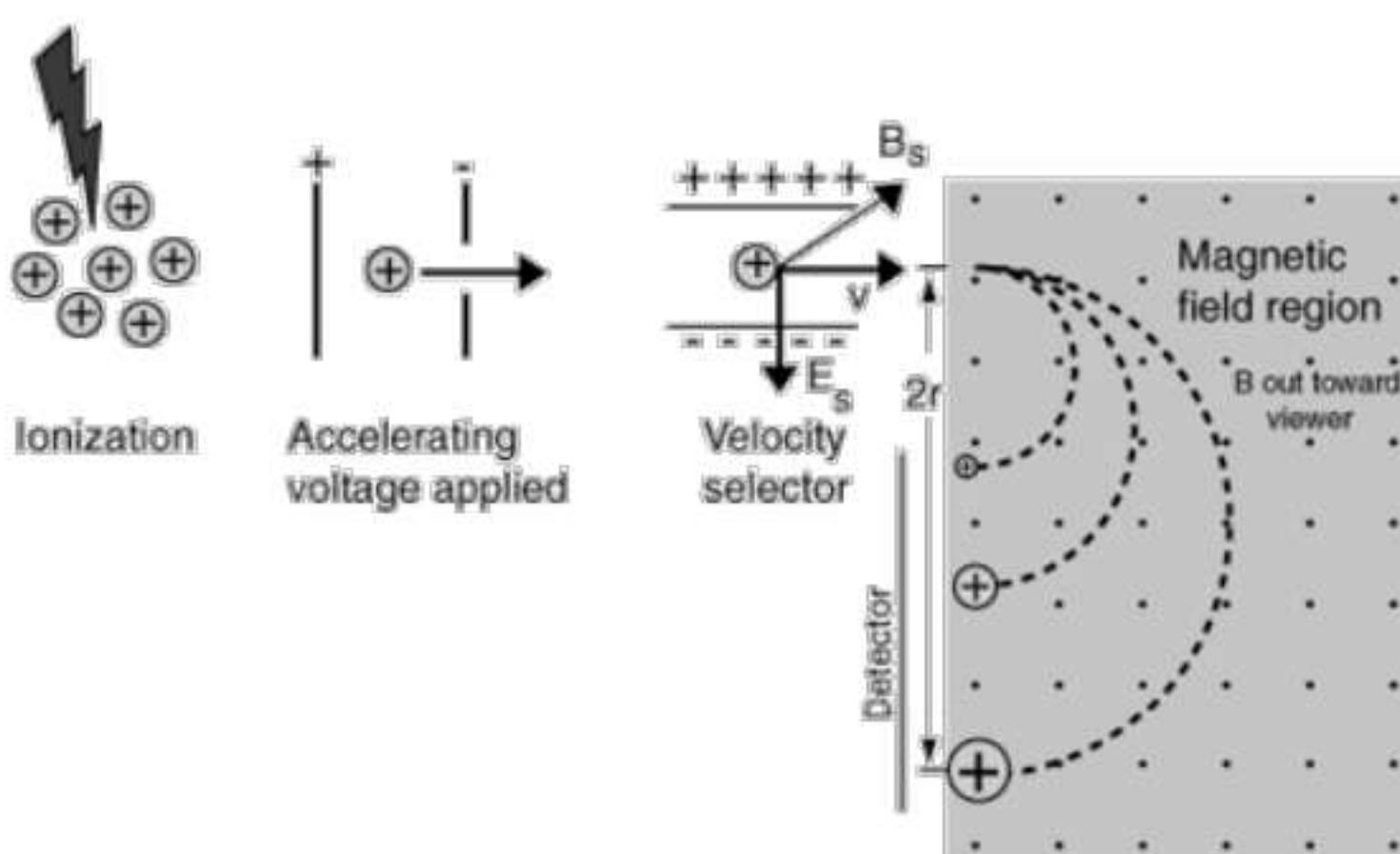
إذن مطياف الكتلة هو جهاز مشابهة لأنبوب أشعة المهبط ولكن يستخدم لدراسة النظائر وحساب كتلة الأيونات نسبة شحنة الأيون إلى كتلته في مطياف الكتلة:

حيث V هي فرق الجهد الكهربائي
 r هي نصف قطر المسار الدائري للايون

$$m = \frac{B^2 r^2 q}{2 V}$$

ملاحظة :

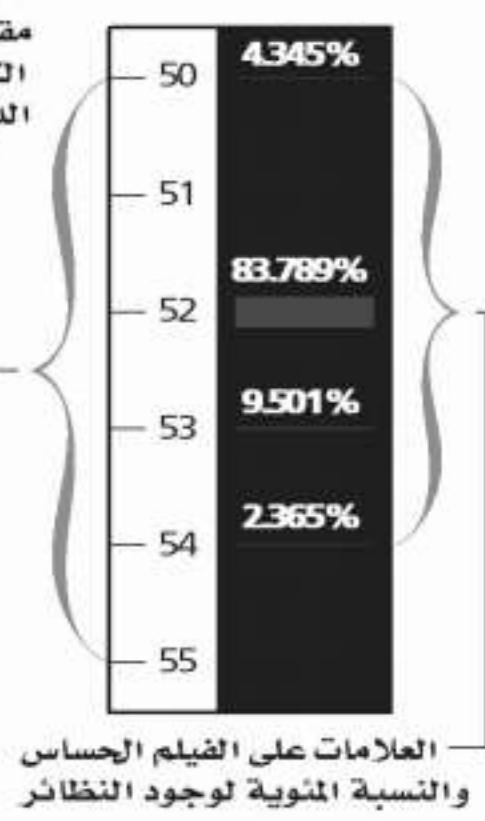
في بعض أنواع مطياف الكتلة يوضع أفلام فوتوغرافية تاركة نقطة (علامة) ومنه يمكن قياس قطر مسار الايون بسهولة (يمثل المسافة بين الثقب والعلامة على الفيلم) ومنه نحسب نصف القطر r وهو نصف المسافة المقيدة



تحليل النظائر :

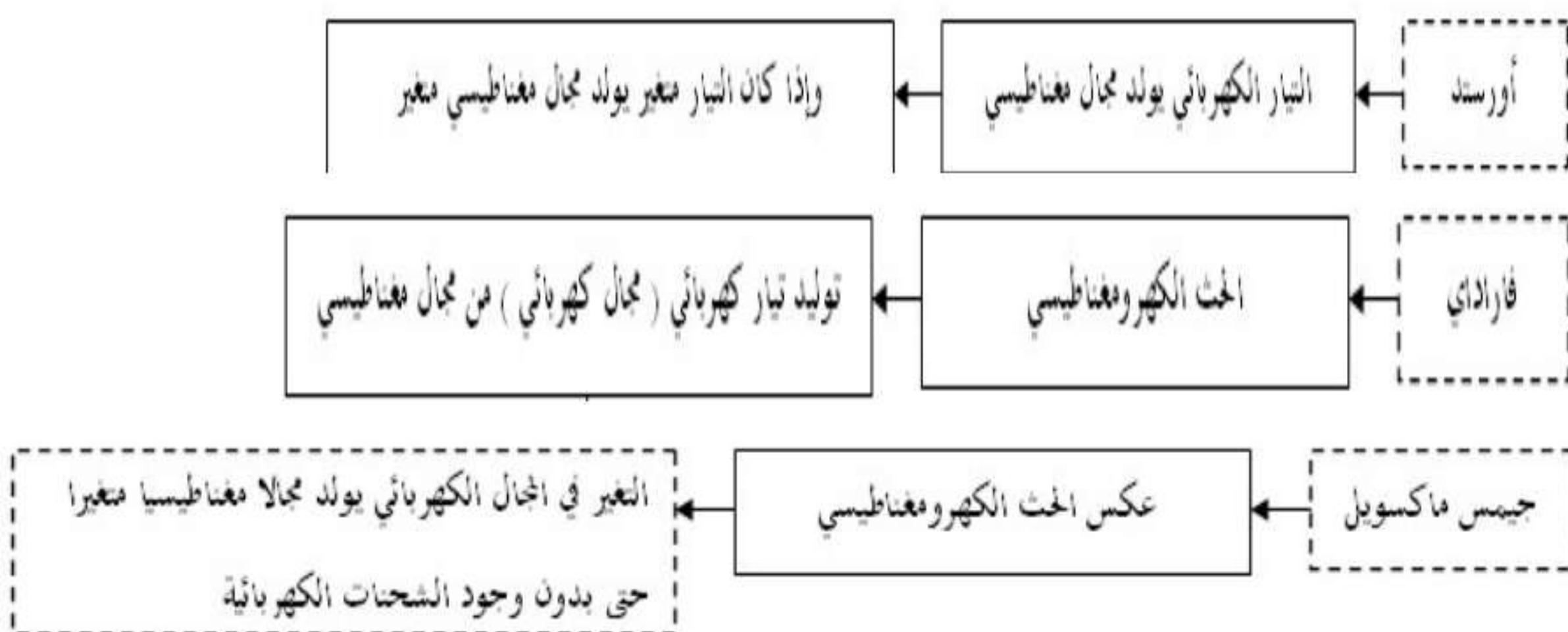
يوضح الرسم العلامات على الفيلم الحساس لعنصر الكروم :

- عدد العلامات الظاهرة في الفيلم أربع علامات ويدل ذلك على أن العينة تحتوي على أربع نظائر للكروم
- يدل عرض العلامة على مدى توافر النظير في العينة .
- لمطابق الكتلة استخدامات أخرى مثل فصل عينة من اليورانيوم إلى النظائر المكونة لها كما يستخدم لتحديد اثر كميات الجزيئات في عينة ما كما في العلوم البيئية أو الجنائية

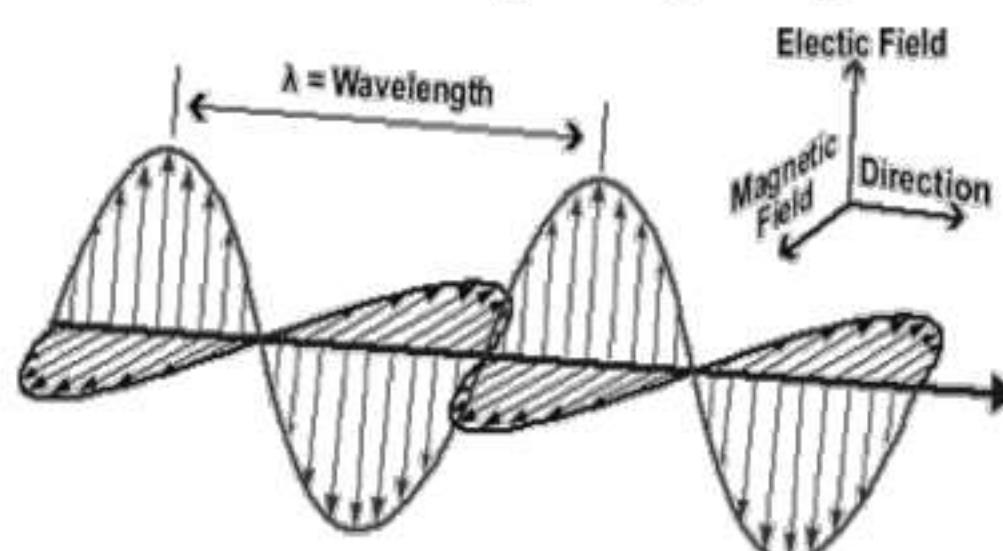


* الموجات الكهرومغناطيسية :

سلسلة من الانجازات :



تعريفها : هي مجالان كهربائي و مغناطيسي منتشران معاً في الفضاء .



. خصائص الموجات الكهرومغناطيسية :

١ . سرعة الموجات الكهرومغناطيسية تساوي (3×10^8 m/s) وهي نفسها سرعة الضوء (c)

٢ . ترتبط كلا من الطول الموجي للموجة الكهرومغناطيسية وترددتها و سرعتها بالعلاقة:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

. وحدات القياس :

في هذه المعادلة يقاس الطول الموجي λ بوحدة m، وتقاس السرعة v بوحدة m/s، ويقاس التردد f بوحدة Hz.

* انتشار الموجات الكهرومغناطيسية خلال مادة :

تنشر الموجات الكهرومغناطيسية خلال بعض المواد مثل سقوط أشعة الشمس على كأس زجاجية بها ماء

. تكون سرعة الموجات الكهرومغناطيسية خلال اتلمواود اقل من سرعتها في الفراغ .

ويعن حسابها من خلال العلاقة التالية :

$$V = \frac{C}{\sqrt{K}}$$

. ثابت العزل الكهربائي النسبي (k) :

$K=1.00054$ في الهواء $K=1.00000$ في الفراغ

. انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء :

. الهوائي هو سلك بمصدر تيار متداوب مصمم لبث واستقبال الموجات الكهرومغناطيسية

يولد المصدر المتداوب فرق جهد متغير في الهوائي الذي يهتز بتردد مساوي لتردد التيار المتداوب



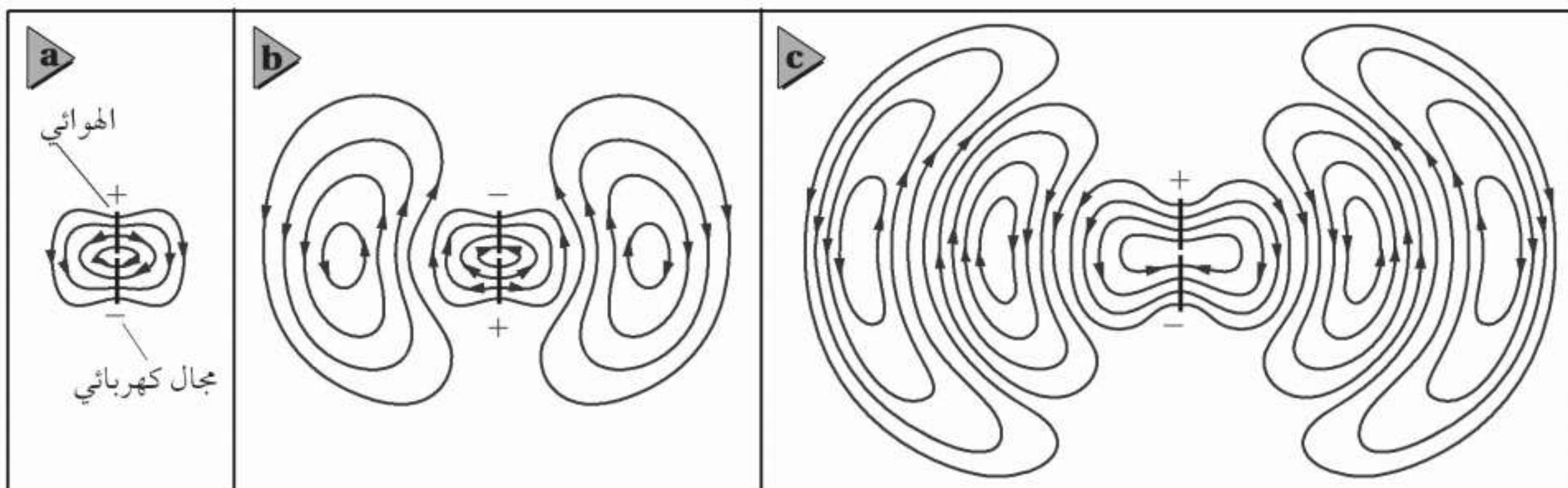
يولد فرق الجهد المتداوب مجالاً كهربائياً متغيراً مماثلاً . ينتشر ويتبع عن الهوائي

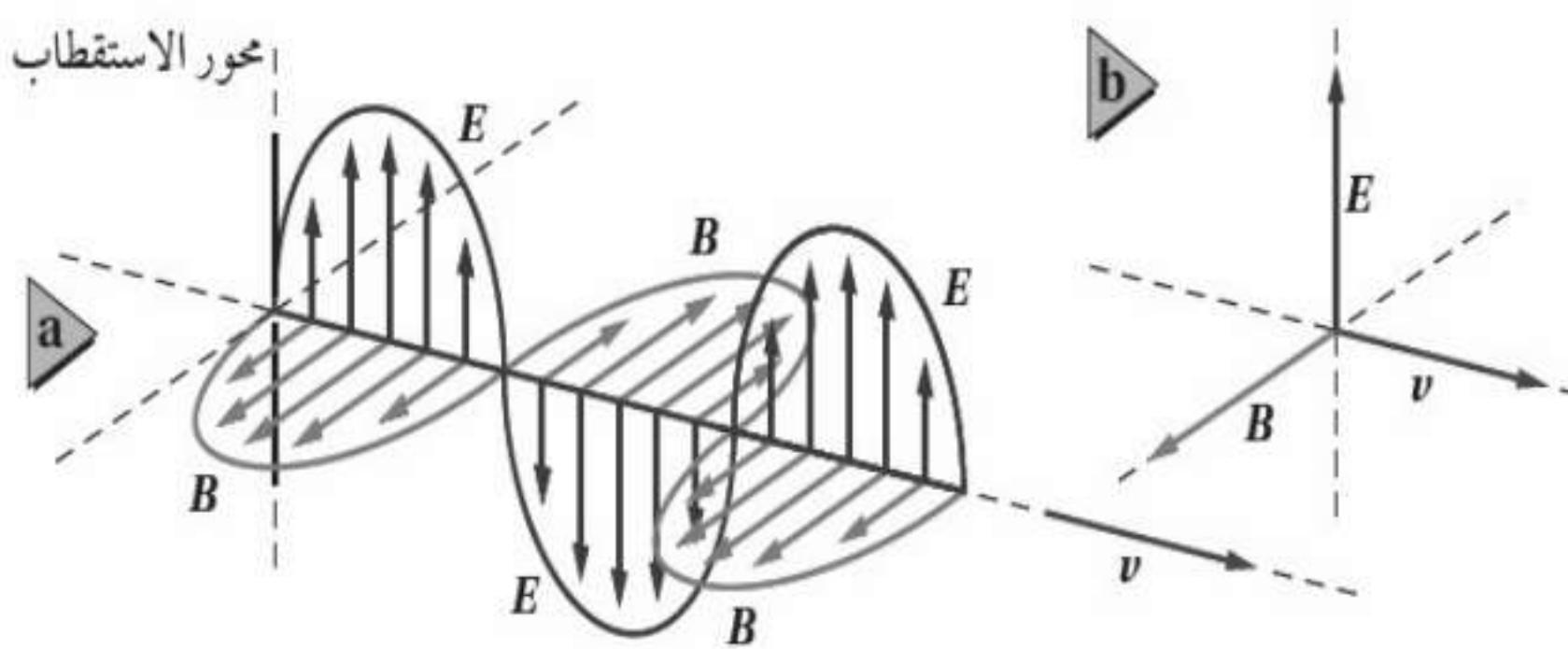


المجال الكهربائي المتغير يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً اتجاههما متعامدان



ينشأ عن ترابط المجالات الكهربائية والمجالات المغناطيسية معاً موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الهواء





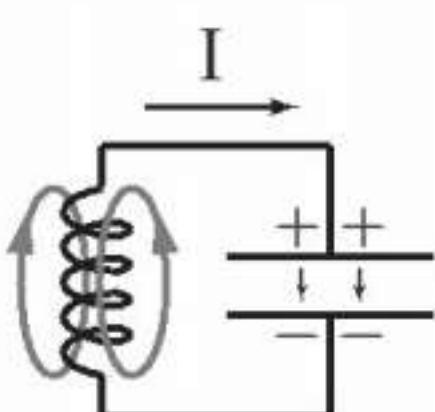
المجال الكهربائي
يتذبذب باتجاه الأعلى والأسفل

المجال المغناطيسي

يتذبذب بزاوية قائمة مع المجال الكهربائي
وكلا المجالين متعمدين على اتجاه انتشار الموجة

* توليد الموجات الكهرومغناطيسية :

نستخدم ملف ومكثف كهربائي متصلين مع بعض على التوالي.



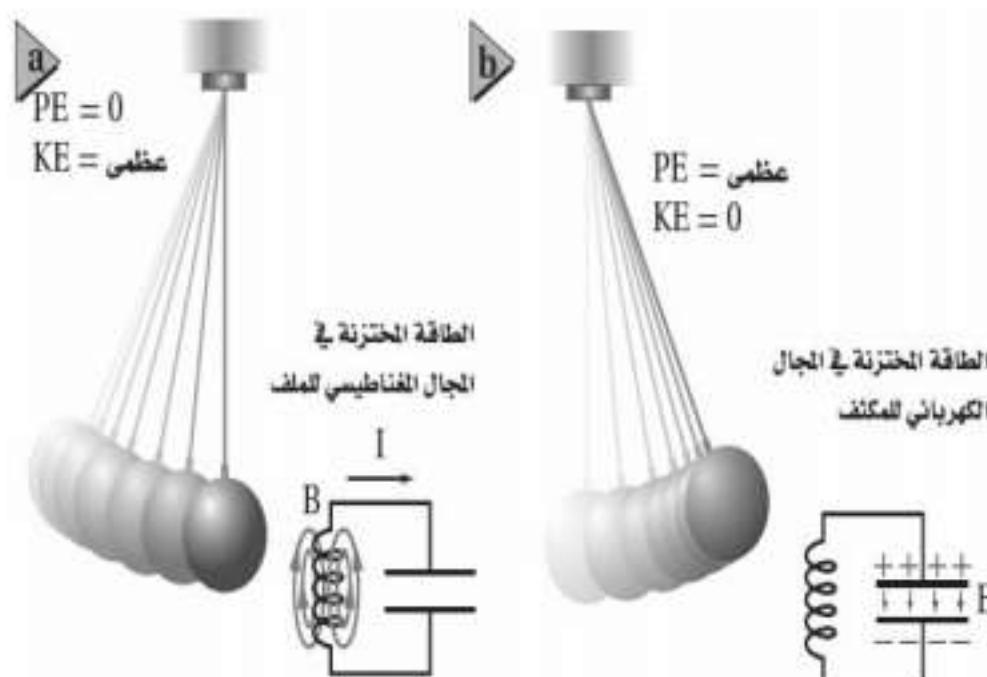
- يتم شحن المكثف عن طريق بطارية. وهذا يؤدي إلى وجود فرق جهد بين لوحي المكثف فينتج مجال كهربائي

- عند فصل البطارية يفقد المكثف شحنه عن طريق تدفق الالكترونات المختزنة فيه خلال الملف مولداً مجال مغناطيسي .

يتم توصيل هوائي بالمكثف لنقل المجالات المتولدة لنقل هذه المجالات في الفضاء

الطاقة في دائرة المكثف والملف :

يمكن تشبيه ما يحدث في دائرة المكثف والملف بالدورات الاهتزازية في البندول البسيط وتحولات الطاقة ما بين طاقة حركية وطاقة وضع

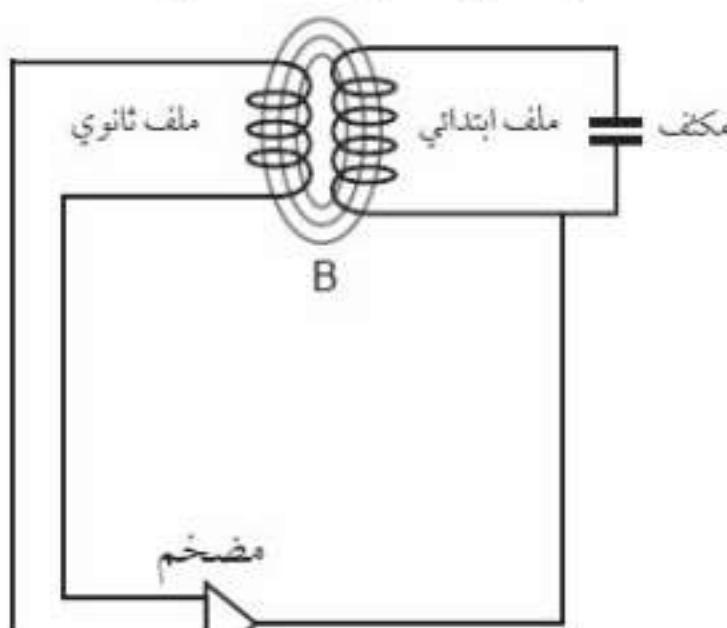


وكما أن الطاقة الكلية في البندول مقدار ثابت فإن مجموع طاقتي المجالين الكهربائي والمغناطيسي والطاقة الحرارية في الأسلاك والطاقة المحمولة بعيداً بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية مقدار ثابت تسمى الطاقة التي تحمل أو تشع على شكل موجات كهرومغناطيسية (الإشعاع الكهرومغناطيسي)

- * كيف يمكن المحافظة على الاهتزازات في البندول وفي دائرة الملف والمكثف ؟
- يتوقف البندول البسيط المتأرجح إذا ترك وحدة بسبب مقاومة الهواء وبنفس الطريقة يحدث للذبذبات الناتجة عن دائرة الملف والمكثف بسبب مقاومة الدائرة الكهربائية .

كيف يمكن المحافظة على الاهتزازات ؟

- ١ - في البندول عن طريق التأثير بدفعات خفيفة في أوقات مناسبة لأن ذلك سيحافظ على على تأرجح البندول واستمراره في الاهتزاز



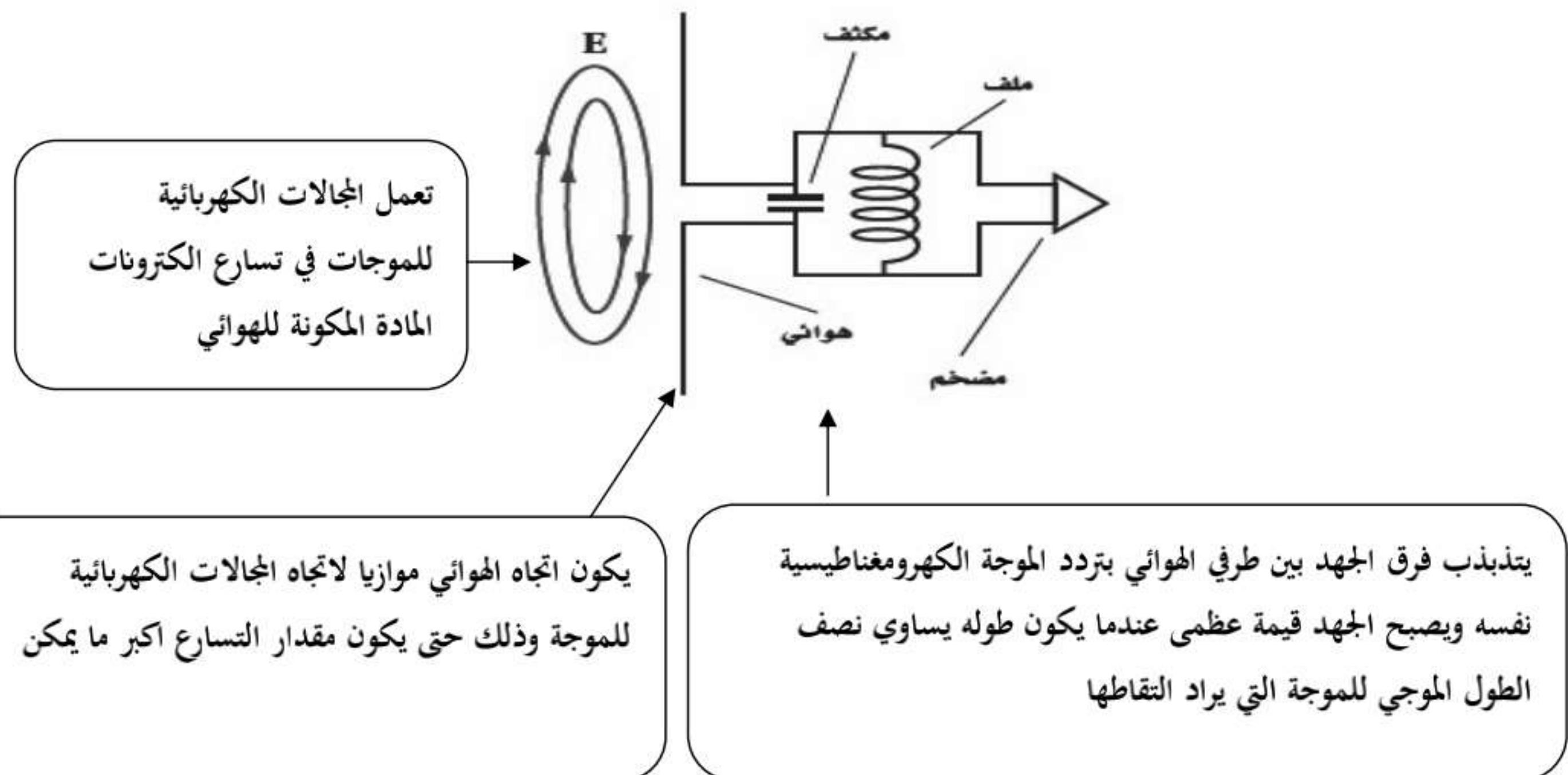
- ٢ - في دائرة الملف والمكثف بتزويد الدائرة بنبضات جهد بترددات مناسبة سيحافظ على استمرار حدوث الاهتزازات في الدائرة ويتم ذلك عن طريق إضافة ملف آخر إلى الدائرة لتشكيل محول كهربائي .

الموجات الناتجة :

يمكن زيادة تردد الاهتزاز الناتج بواسطة دائرة الملف والمكثف عن طريق تقليل حجم كل من الملف والمكثف المستخدمين .

استقبال الموجات الكهرومغناطيسية :

يتم استقبال الموجات الكهرومغناطيسية عن طريق هوائي



* اختيار الموجات :

- جميع الموجات الكهرومغناطيسية لها خصائص الموجات وهي الانعكاس و الانكسار و الحيود ولذلك تعكس الأطباق اللاقطة الموجات الكهرومغناطيسية تماماً كما تعكس المرآيا موجات الضوء المرئي
- تكون مساحة سطح التلقي اللاقط كبيرة جمع الموجات وتركيزها على قطعة أو جهاز يسمى اللاقط
- لا اختيار موجات من محطة ذات تردد معين ورفض باقي الموجات نستخدم قطعة تسمى الموالف وهو دائرة مكثف وملف متصل بالهوائي وتعديل السعة الكهربائية للمكثف حتى يصبح تردد الدائرة مساوياً لتردد الموجة المطلوبة .

الأشعة السينية X :

مكتشفها : اكتشفها العالم ولIAM رونتجن

سبب تسمية الأشعة السينية : لعدم المعرفة بطبيعة هذه الأشعة الغريبة



طريقة إنتاجها :

تبعد عند اصطدام الكترونات ذات طاقة كبيرة بهدف فلزي داخل أنبوب الأشعة السينية ويمكن تغيير الهدف لإنتاج أشعة سينية ذات أطوال موجية مختلفة .

خصائص الأشعة السينية :

الأشعة السينية هي موجات كهرومغناطيسية ذات تردد كبير و سرعة كبيرة جداً .

نظريه الكم

Quantum Theory

الفصل 4

مقدمة :

تم إثبات صحة نظرية الموجات الكهرومغناطيسية لماكسويل عن طريق تجرب العالم هيرتز عام ١٨٨٩ م وقد اعتبر الضوء موجة كهرومغناطيسية وتم تفسير اغلب الظواهر البصرية ومنها التداخل والحيود والاستقطاب

ولكن وعلى الرغم من ذلك بقيت بعض المشكلات بحاجة إلى حل لأن ما أشارت إليه نظرية ماكسويل هو أن الضوء موجة كهرومغناطيسية فقط ولم تستطع هذه النظرية تفسير بعض الظواهر الهامة منها :

١ - الطيف المنبعث من جسم ساخن

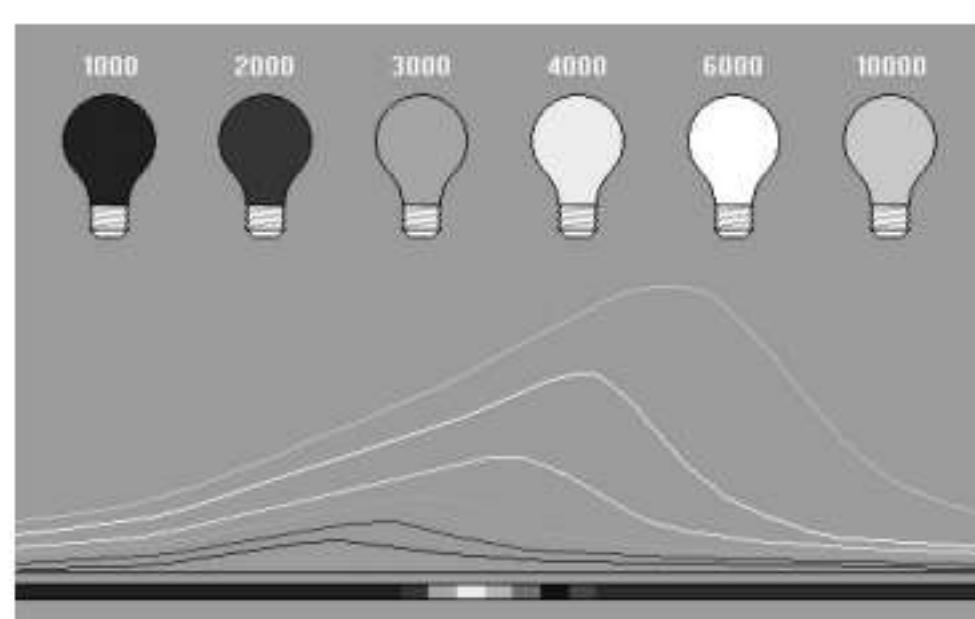
٢ - تفريغ الجسيمات المشحونة من سطح معدن عند سقوط أشعة ضوئية عليها

وسندرس هاتين الظاهرتين اللتين تثبتان أن للضوء خصائص جسمية إضافة إلى خصائصه الموجية

① الإشعاع من الأجسام المتوجهة :

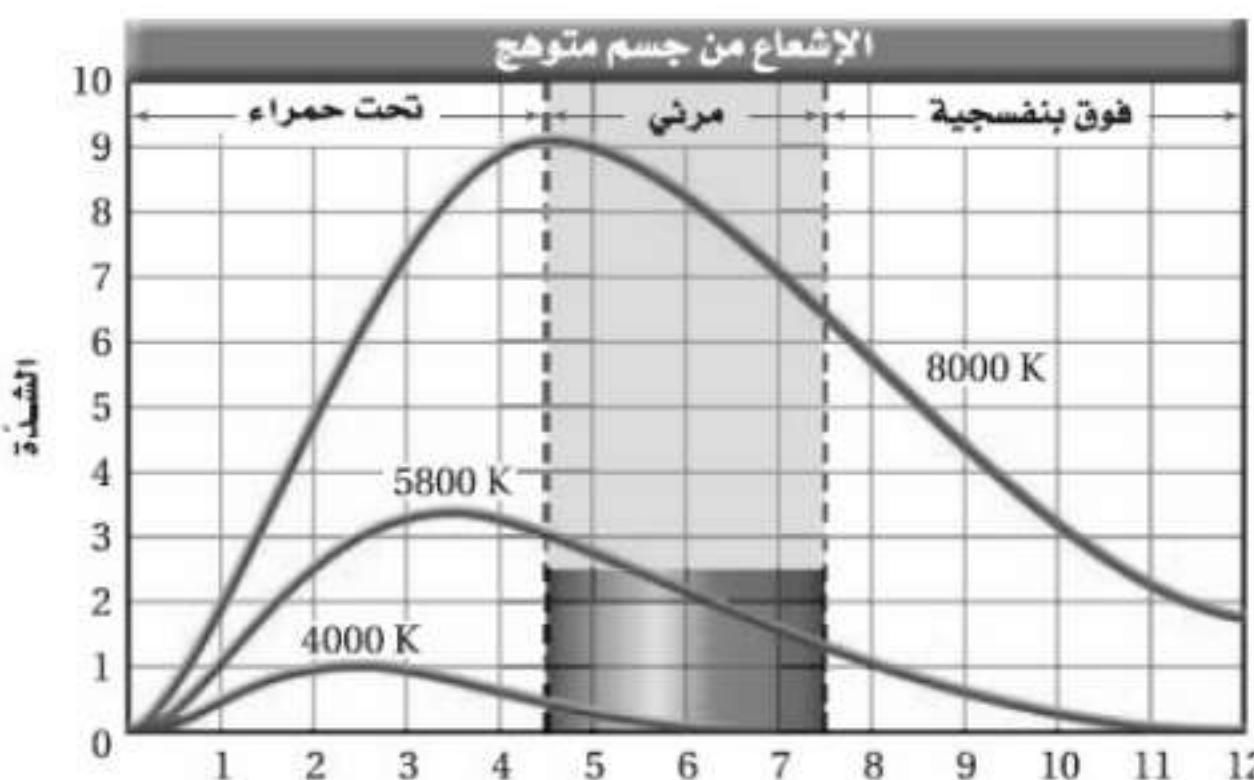
عند تسخين جسم (مثل المصباح المتوجه) تبعث الجسيمات المتوجهة في فتيلة المصباح الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء والذي يحدث للون فتيلة المصباح عند زيادة درجة الحرارة هو تغيره من الأحمر إلى البرتقالي إلى الأصفر إلى الأبيض وسبب تغير اللون هو تغير التردد بتغير درجة الحرارة

عند النظر إلى المصباح عن طريق مخزوز حيود فإنه يمكن مشاهدة ألوان الطيف المرئي (ألوان قوس قزح) كما يبعث ألوان تحت حمراء وفوق بنفسجية لا يمكن أن نراها



يسمى الرسم البياني التالي بترددات طيف الانبعاث :

طيف الانبعاث : هو شدة الضوء المنبعث من جسم ساخن ويحتوي على مدى من الترددات



ماذا نستفيد من الرسم البياني :

- ١ - عند كل درجة هناك تردد تبعث عنده كمية عظمى من الطاقة .
- ٢ - كلما زادت درجة الحرارة فإن التردد الذي تبعث عند القيمة العظمى من الطاقة يزداد.
- ٣ - إذن القدرة الكلية المنشعة من جسم ساخن تزداد بازدياد درجة حرارته.

تناسب القدرة (الطاقة المنبعثة في الثانية) للموجات الكهرومغناطيسية طردياً مع درجة حرارة الجسم الساخن بوحدة الكلفن

$$P \propto T^4$$

أحد أسباب ظهور الفيزياء الحديثة ونظرية الكم :

لأن النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل غير قادرة على تفسير شكل الطيف السابق وقد حاول الكثير من الفيزيائيين تفسيرها باستخدام النظريات للفيزياء الكلاسيكية ولكنها فشلت .

في عام 1900 م وجد الفيزيائي ماكس بلانك أن بإمكانه حساب الطيف اعتماداً على فرضية ثورية

نظرية العالم بلانك

- ١ - أن الذرات غير قادرة على تغير طاقتها بشكل مستمر وأفترض أن طاقة اهتزاز الذرات في الجسم الصلب لها ترددات محددة وحسبها من المعادلة

$$E = nhf$$

في المعادلة أعلاه، يمثل f تردد اهتزاز الذرة، و h ثابت بلانك ومقداره $6.626 \times 10^{-34} \text{ J/Hz}$ ، و n عدد صحيح مثل ... 0, 1, 2, 3

$$n = 0: E = (0) hf = 0$$

$$n = 1: E = (1) hf = hf$$

$$n = 2: E = (2) hf = 2 hf$$

$$n = 3: E = (3) hf = 3 hf$$

٢ - اقترح بلانك أن الذرات لا تشع دائمًا موجات كهرومغناطيسية عندما تكون في حالة اهتزاز وإنما تبعث إشعاعاً عندما تتغير طاقة اهتزازها مثلاً

فإذا تغيرت طاقة اهتزاز ذرة مثلاً من $hf/3$ إلى $hf/2$ فإن الذرة تبعث إشعاعاً. والطاقة المنشعة تساوي التغير في طاقة اهتزاز الذرة، وهي تساوي hf في هذه الحالة.

② ظاهرة التأثير الكهروضوئي :

من التحديات التي واجهها الفيزيائيون وتعلق ببعض النتائج العملية التي لا يمكن تفسيرها عن طريق النظرية الموجية لماكسويل ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

التأثير الكهروضوئي هو :

انبعاث الالكترونات عند سقوط إشعاع كهرومغناطيسي مناسب على جسم .

الخلية الضوئية:

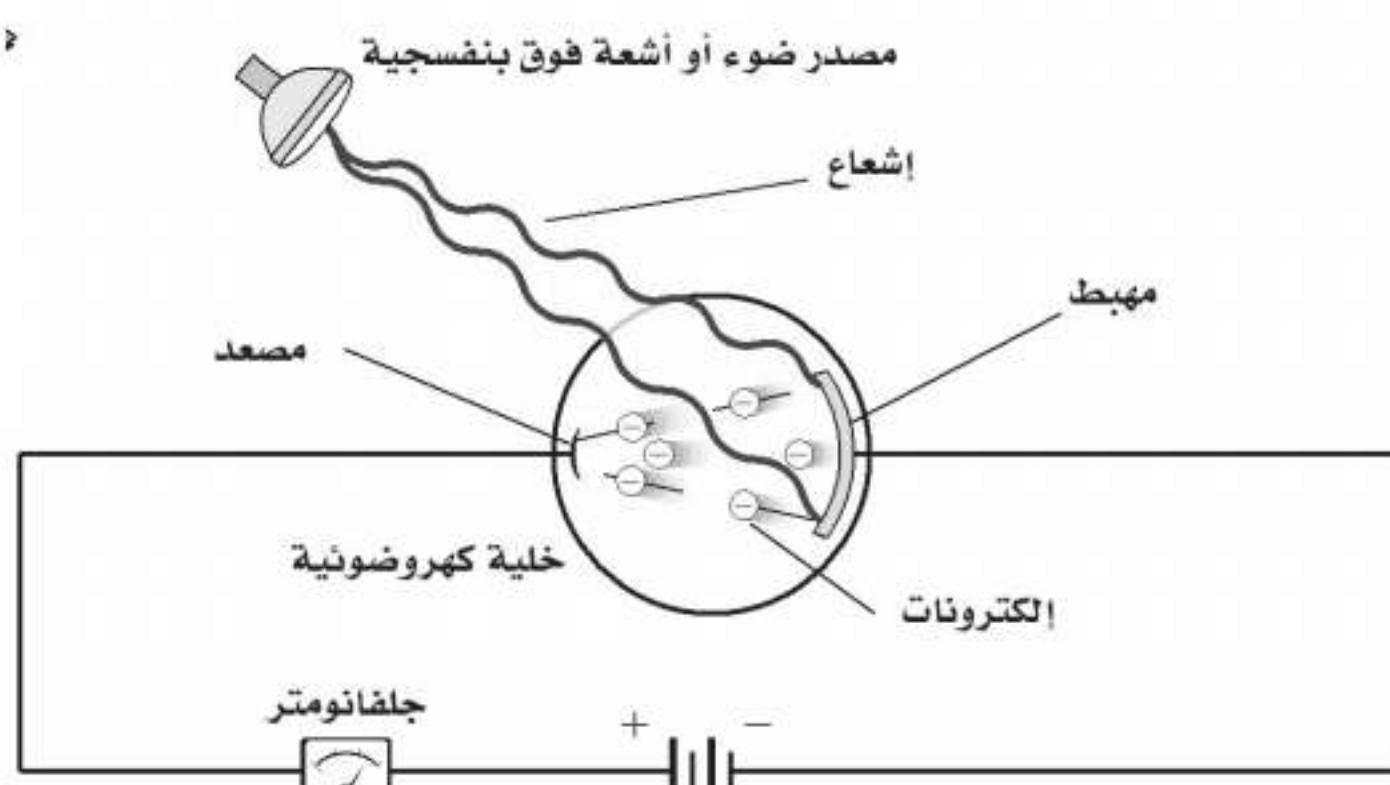
يتم دراسة ظاهرة التأثير الكهروضوئي باستخدام جهاز الخلية الضوئية.

تركيبها :

تتكون من قطبين الأكبر هو المهبط ويطلق بمادة السبيزيوم والأصغر هو المصعد ويصنع من سلك رفيع.

طريقة عملها /

يسري تيار في الدائرة إذا سقط شعاع مناسب على المهبط حيث يمر تيار كهربائي يمكن قياسه بواسطة الأميتر وذلك لأن الشعاع الضوئي قد تمكّن من تحرير الالكترونات من المهبط .



f_0 تردد العتبة

هو أدنى تردد للفوتون يلزم لتحرير الإلكترون من سطح المعدن

إذا كان تردد الشعاع أقل من تردد العتبة لا تتحرر الإلكترونات وبالتالي لا يمر تيار كهربائي مهما كانت شدة الشعاع الساقط.

إذا كان تردد الشعاع أكبر من أو يساوي من تردد العتبة تتحرر الإلكترونات وبالتالي يمر تيار كهربائي وإذا زادت شدة الشعاع الساقط زاد تدفق الإلكترونات.

كيف تفسر النظرية الكهرومغناطيسية القديمة التأثير الكهروضوئي؟

بناءً على النظرية الكهرومغناطيسية فإن المجال الكهربائي يحرر الإلكترونات من المعدن ويسرعها وترتبط شدة المجال الكهربائي مع شدة الإشعاع ولذلك فإن الكترونات المعدن يمكن أن تنتص طاقة من مصدر ضعيف الشدة (خافت) لفترة زمنية طويلة جداً لتكتسب طاقة كافية لتحريرها . ولكن ذلك غير صحيح فقد بينت المشاهدات العملية أن الإلكترونات تنطلق مباشرة حتى عندما يسقط على المعدن إشعاع ذو شدة منخفضة وتردد مساو أو أكبر من تردد العتبة.

تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي:

نظرية أينشتاين أن الضوء والأشكال الأخرى من الموجات الكهرومغناطيسية تتكون من حزم مكماة ومنفصلة من الطاقة سميت بالفوتونات وتعتمد طاقة الفوتون على تردداته

$$E = hf \quad \text{طاقة الفوتون}$$

في المعادلة أعلاه تمثل f التردد بوحدة Hz، و h ثابت بلانك.

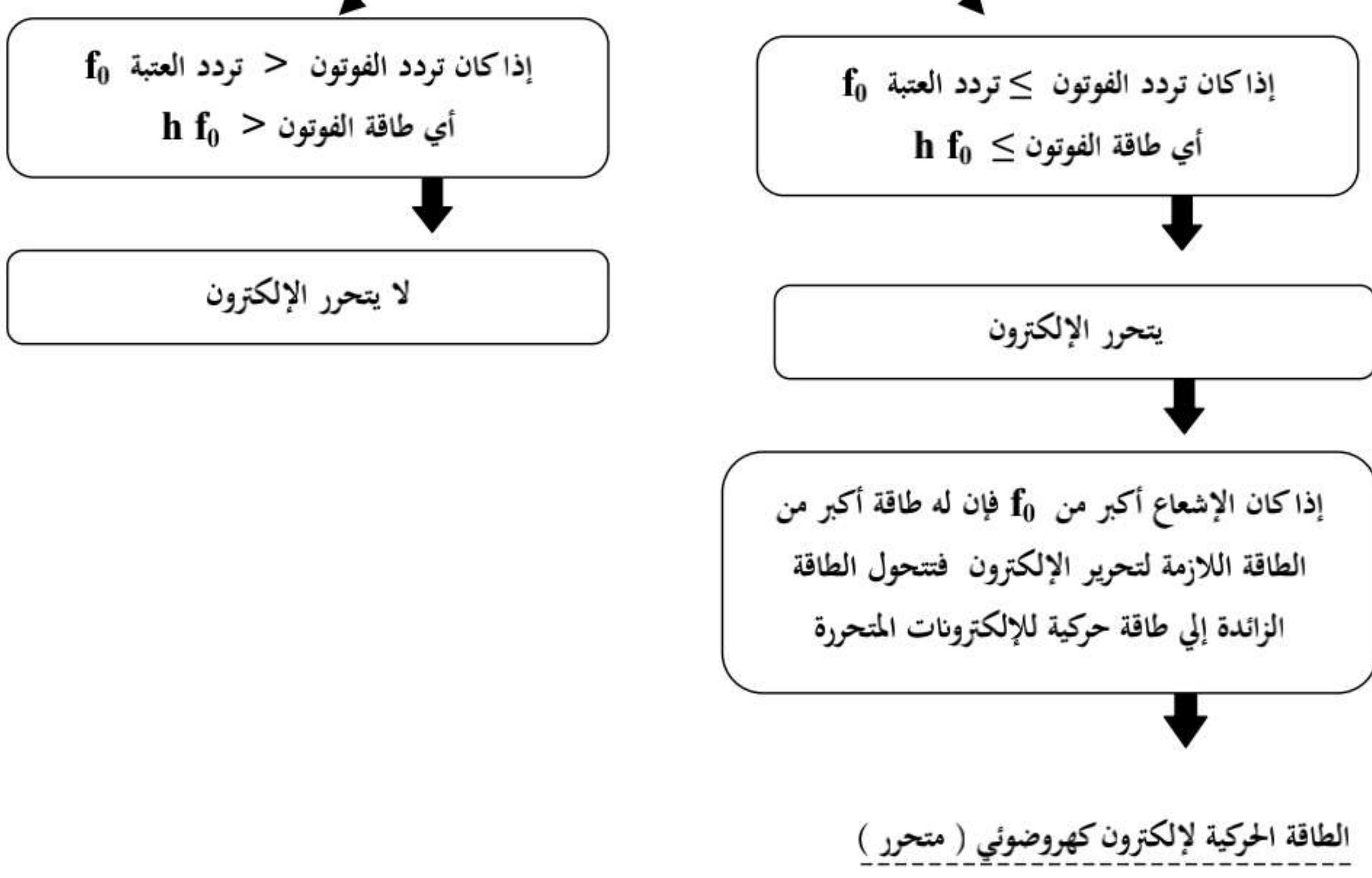
وحدة الطاقة في المعادلة السابقة تفاس الطاقة بوحدة (الجول) ولأنها وحدة طاقة كبيرة جداً لاستخدامها في النظام الذري فأنها تستبدل بوحدة الإلكترون فولت . ويرمز لها بالرمز (eV) حيث

$$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

قانون طاقة الفوتون بوحدة الإلكترون فولت

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(1240 \text{ eV} \cdot \text{nm})}{\lambda}$$

تفسير تردد العتبة:



$$KE = hf - hf_0$$

f تردد الفوتون الساقط على الجسم

KE الطاقة الحركية للإلكترون المتتحرر

f_0 تردد العتبة للجسم

③ تأثير كومبتون :

نلاحظ مما سبق بالرغم من أن الفوتون ليس له كتلة إلا أن له طاقة حركية تماماً كالجسيمات واقتصر اينشتاين أن الفوتون يجب أن يكون له خاصية جسمية أخرى وهي الزخم (P)

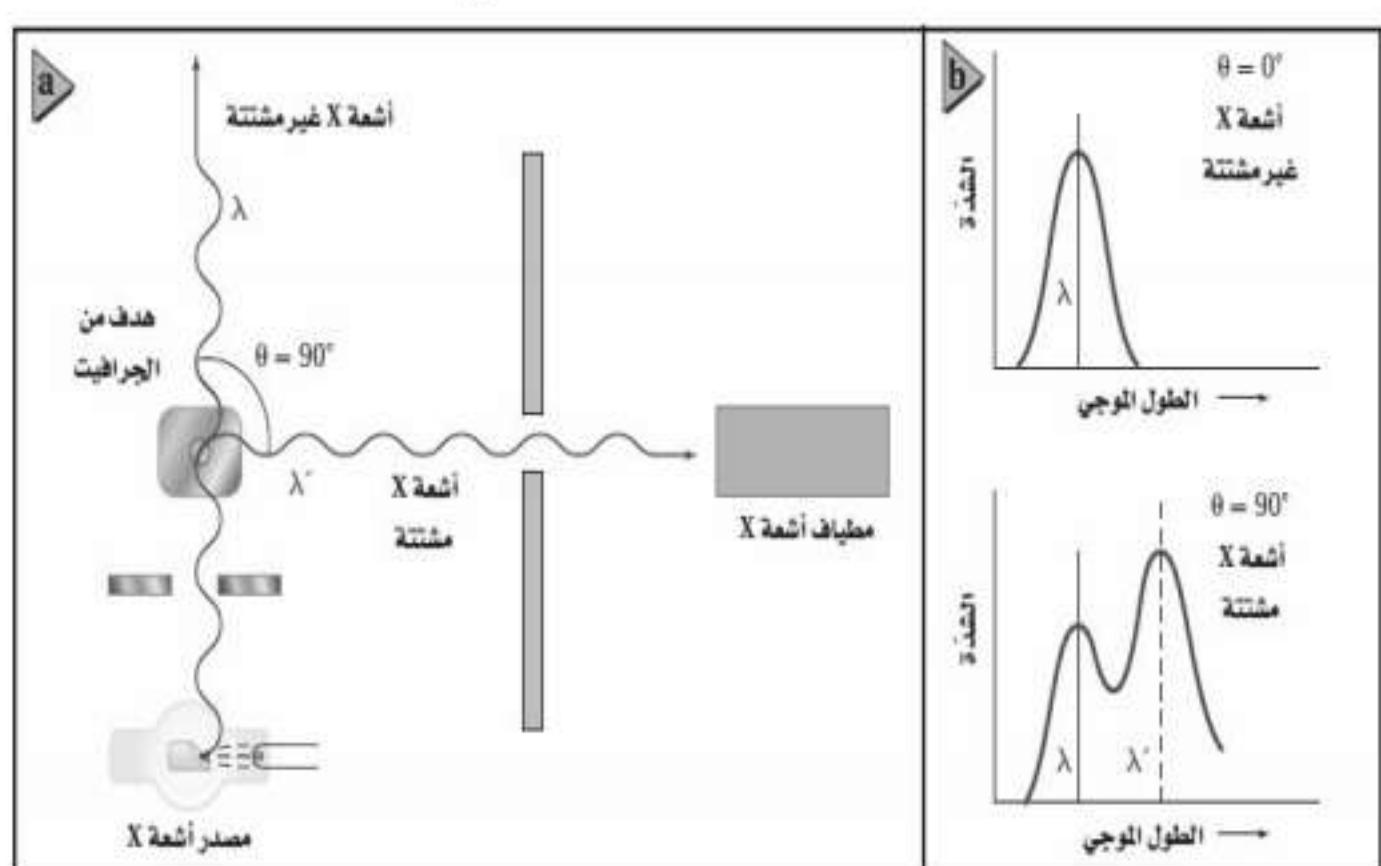
$$P = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

تجربة العالم آرثر كومبتون :

اخترطت تجربة الفيزيائي الأمريكي كومبتون عام ١٩٢٢ م نظرية اينشتاين.

خطوات التجربة :

كما في الرسم سلط أشعة X بأطوال موجية معلومة على هدف من الجرافيت وقام الأطوال الموجية لأشعة X التي شتبها الهدف فلاحظ :



١ - أن بعض الأشعة لم يتغير طولها الموجي (طاقتها لم تتغير)

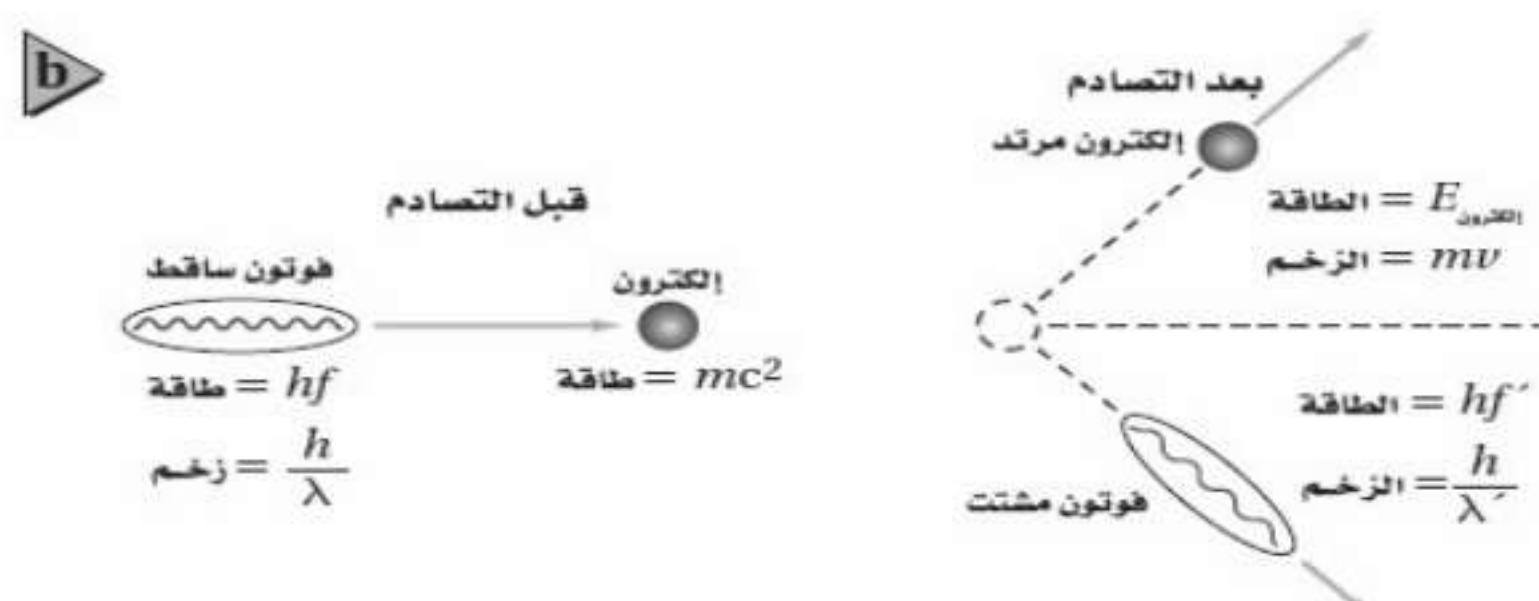
وهذه الأشعة لم تتشتت بل تحركت بزاوية $\Theta = 180^\circ$

٢ - وأصبح لبعضها طول موجي أكبر مما لأشعة X الساقطة

(طاقتها أصبحت أقل) وهذه الأشعة تشتبه بزاوية $\Theta = 90^\circ$

المشاهدة :

ومن العلاقة بين طاقة الفوتون والطول الموجي فإن الزيادة في الطول الموجي الذي لاحظه كومبتون تعني أن فوتونات أشعة X قد فقدت طاقة و زخماً . وتسمى الإزاحة في طاقة الفوتونات المشتبه (تأثير كومبتون) وهي صغيرة جداً



تفسير ملاحظة العالم كومبتون :

أن فوتونات أشعة X اصطدمت بالالكترونات الموجودة في الجرافيت ونقلت الطاقة والزخم إليها مثل التصادمات المرنة التي تحدث في كرات البلياردو . ووجد عملياً أن الطاقة والزخم اللذين تكتسبهما الالكترونات = الطاقة والزخم اللذين يفقدانهما الفوتون

النتيجة التي استنتجها كومبتون :

أن الفوتونات تحقق قانوني حفظ الزخم والطاقة عندما تصطدم بجسيمات أخرى

① موجات دي برولي :

- من قانون زخم الجسيم $p = mv$

- من قانون زخم الفوتون $p = h/\lambda$

بمساواة المعادلتين نحصل على مقدار الطول الموجي λ ويسمى طول موجة دي برولي

$$p = mv = \frac{h}{\lambda}$$

وبناء على نظرية دي برولي فإن الجسيمات مثل الالكترونات و الفوتونات لها خصائص موجية مثل الحيوانات والتدخل
ملاحظة :

أن الطبيعة الموجية للأجسام التي تراها وتعامل معها يوميا لا يمكن ملاحظتها لأن أطوالها الموجية قصيرة جدا.

② الجسيمات والموجات :

س: هل الضوء جسيم أو موجة؟

تشير الدلائل إلى أن كلا من النموذج الجسيمي والنماذج الموجي يلزمان لتفصيل سلوك الضوء.

س: كيف يمكن تحديد موقع جسيم؟

١ - أن تلمس هذا الجسيم.

٢ - أن تعكس ضوء عنه وإذا استخدم ضوء فإنه يجب تجميع الضوء المنعكس عن الجسيم بجهاز أو بالعين المجردة إلا أنه وبسبب تأثيرات الحيوانات فإن الضوء المستخدم لتحديد موقع الجسيم ينتشر مما يجعل تحديد موقع الجسم بدقة مستحيلة.

مبدأ عدم التحديد هيزنبرج :

(من غير الممكن قياس زخم جسيم و تحديد موقعه بدقة في الوقت نفسه)

أي إذا تم قياس زخم الجسيم بدقة فإن موقعه يصبح أقل تحديدا وإذا تم تحديد موقع الجسيم بدقة فإن قياس زخميه يصبح أقل تحديدا أي أن هناك حد للدقة في قياس الموضع والزخم . ويعود السبب في ذلك إلى الطبيعة المزدوجة للضوء والمادة .

الفصل 5

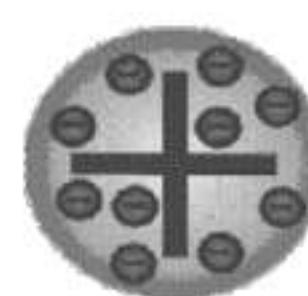
الفراة The Atom

① النموذج النووي :

- بنهاية القرن التاسع عشر اتفق معظم العلماء على وجود الذرات .
- أعطى اكتشاف طومسون للإلكترون دليلاً مقنعاً على أن الذرة تتكون من جسيمات دون ذرية .
- وجد أن كل ذرة اختبرها طومسون تحتوي على إلكترونات سالبة الشحنة ، وأن هذه الإلكترونات كتلة صغيرة جداً .
- لأن الذرات التي كانت لها كتلة معلومة لها كتلة أكبر من الكتلة التي تم حسابها بواسطة الإلكترونات التي تحويها .
- فقد بدأ العلماء بالبحث عن الكتلة المفقودة التي يجب أن تكون جزءاً من كتلة الذرة الكلية .

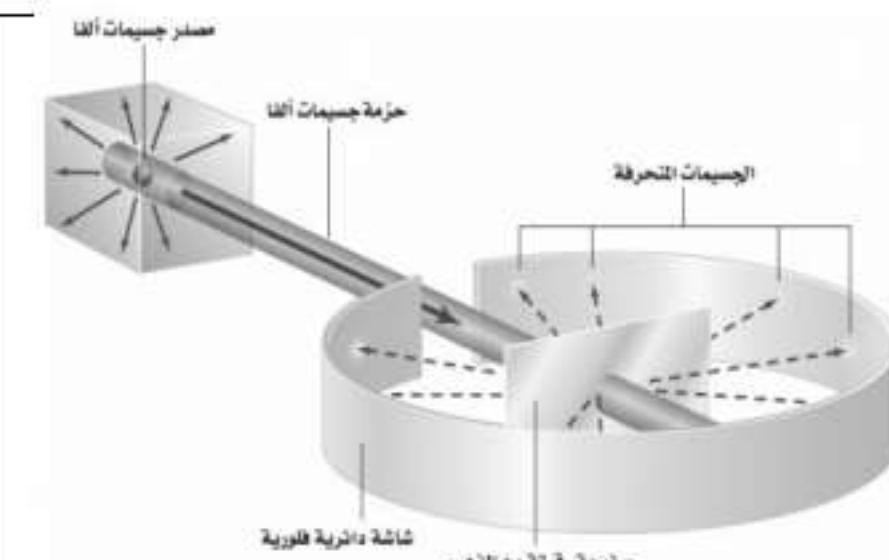
١ - العالم طومسون

اعتقد أن المادة الثقيلة الموجبة الشحنة تملأ الذرة وقد صور الإلكترونات السالبة الشحنة على أنها توزع خلال المادة الموجية تماماً مثل حبات الزيبيب في الفطيرة المسطحة



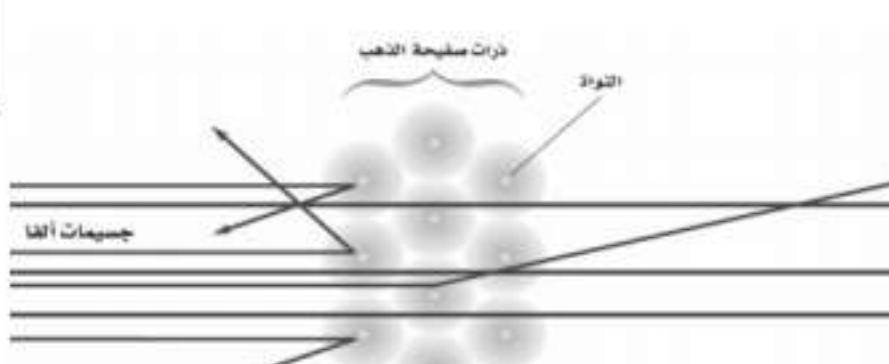
٢ - العالم رذرфорد

استخدم مرآبات مشعة تصدر أشعة نافذة يرمز له α (ألفا) (وهي جسيمات موجبة الشحنة وثقيلة وتتحرك بسرعات عالية) قذف جسيمات ألفا على صفيحة رقيقة من الذهب توقع رذرфорد أن هذه الجسيمات الثقيلة تمر دون انحراف أو مع حدوث انحرافات بسيطة ولكن لاحظ أن بعض هذه الجسيمات قد ارتد بزوايا كبيرة جداً



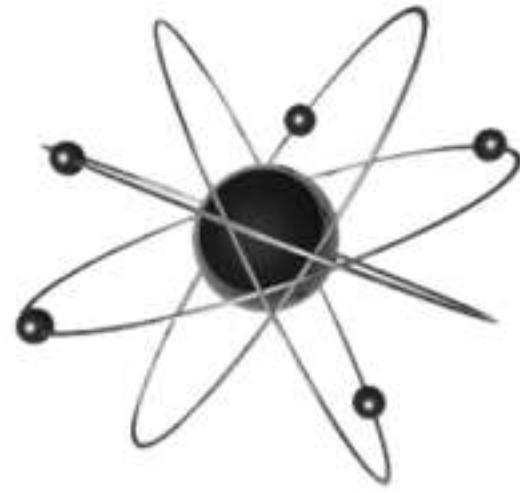
التجربة

أن شحنة الذرة متمركزة في حيز صغير يسمى الآن النواة لذلك سمي نموذج رذرфорد للذرة بالنماذج النووي



التفسير

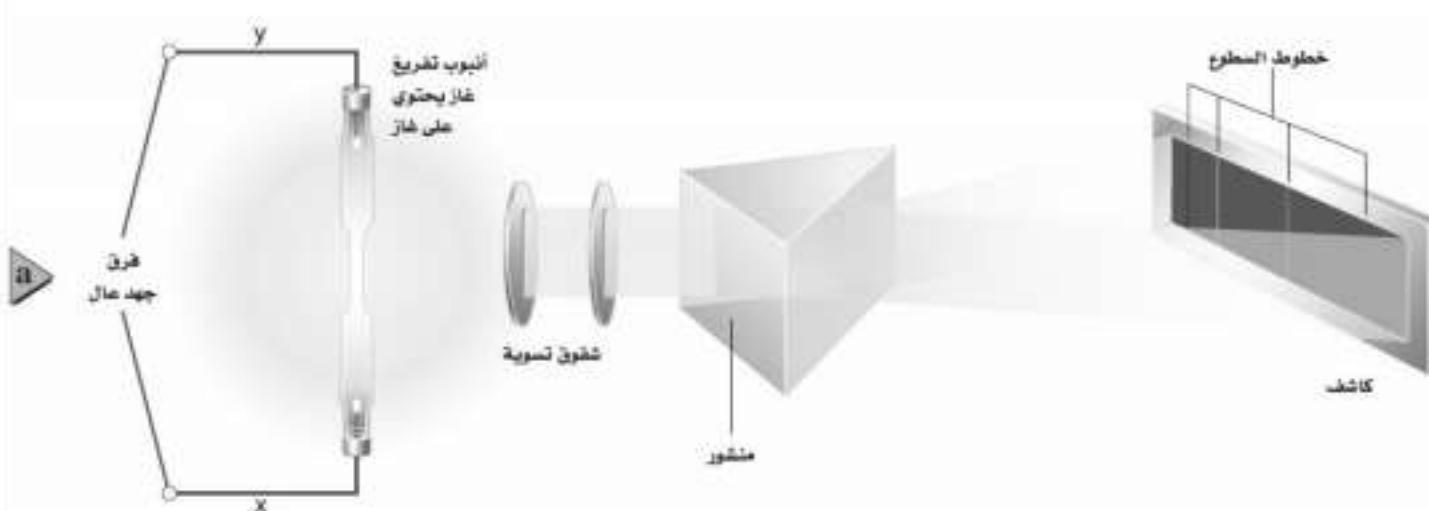
مميزات ذرة رذرفورد:



١- معظم حجم الذرة فراغ

٢- كتلة النواة تشكل 99.9% من كتلة الذرة

٣- الالكترونات تكون موزعة خارج النواة لذلك فالفراغ حول النواة يحدد الحجم الكلي للذرة



② الأطيااف الذرية :

يمكن الحصول على طيف الانبعاث مادة غازية عن طريق

تمرير الضوء الناتج من الغاز خلال منشور ضوئي

- لاحظ العلماء أن كل غاز يتوجه بضوء مختلف خاص به

- الجهاز المستخدم لدراسة طيف الانبعاث يسمى المطياف

الفرق بين طيف الانبعاث الناتج من جسم صلب ساخن وطيف الانبعاث من غاز:

طيف الانبعاث لغاز	طيف الانبعاث لجسم صلب
سلسلة من الخطوط المنفصلة ذات ألوان مختلفة	حزمة متصلة من ألوان الطيف المرئي

- فائدة طيف الانبعاث :

١- تحديد عينة من غاز مجهول ٢- تحليل خليط من الغازات



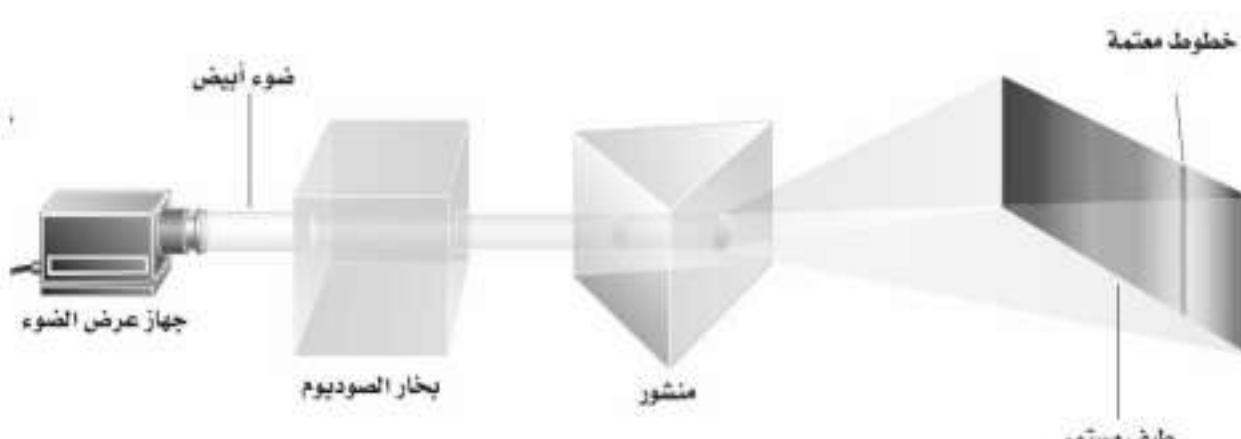
طيف الامتصاص:

لاحظ العالم فرنكلوفر أن طيف ضوء الشمس يتخلله بعض الخطوط المعتمة

- تفسير ذلك :

أن ضوء الشمس يعبر خلال الغلاف الغازي الخيط بالشمس وهذه الغازات تتصس أطوالاً موجية محددة وهي التي تنتج الخطوط المعتمة في الطيف المرئي وتسمى مجموعة الأطوال الموجية الممتصصة بواسطة الغاز طيف الامتصاص

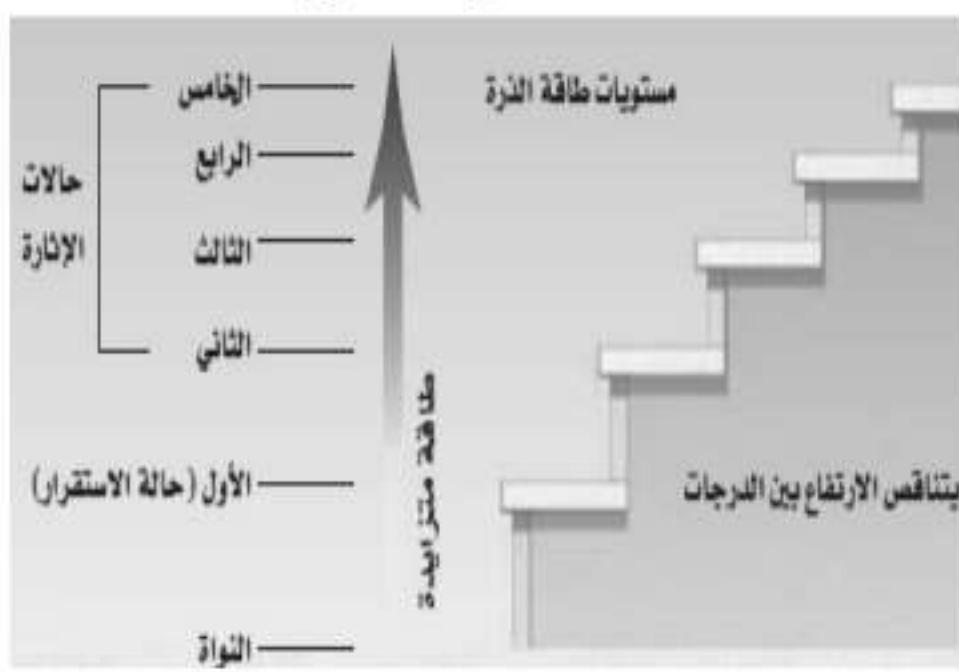
نستطيع مشاهدة طيف الامتصاص لأي غاز من خلال تمرير ضوء أبيض خلال عينة غاز و مطياف كما بالشكل



③ نموذج بور للذرّة :

- درس بور ذرة الهيدروجين لأنّ العنصر الأخفّ وله أبسط طيف ذري الذي يتكون من أربع خطوط وهي الأحمر - الأخضر - الأزرق - البنفسجي .

- كانت فكرة بور لتحديد تركيب الذرة هي توحيد النموذج النووي لرutherford مع مستويات الطاقة المكماة لبلانك واينشتاين .



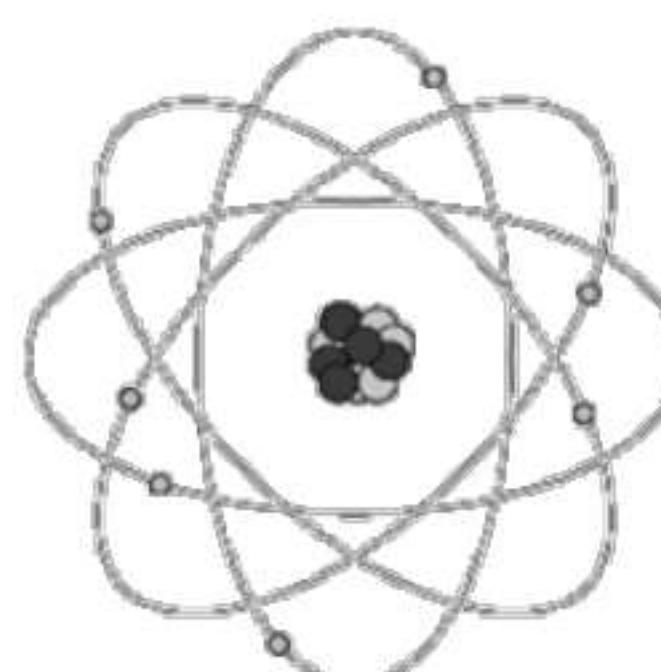
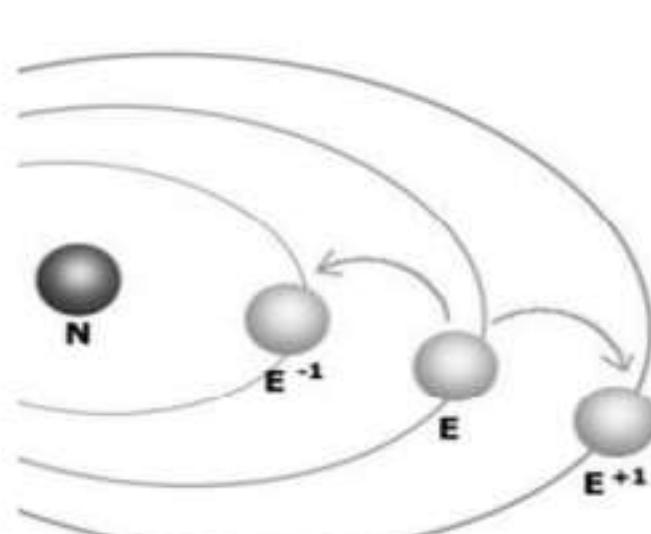
تكمية الطاقة :

فرض بور للذرّة

- ١- يتحرك الإلكترون حول النواة بتأثير قوة جذب النواة كما تتحرك الكواكب .
- ٢- أن الذرات لها كميات محددة من الطاقة كل منها يسمى (مستوى طاقة) يمكن تشبيها بدرجات سلم (كما في الشكل المقابل)
- ٣- تكون الذرة مستقرة عندما تكون طاقة الذرة أقل مقدار مسموح به (حالة الاستقرار)
- ٤- تكون الذرة غير مستقرة عندما تبتعد عن طاقة الذرة كمية محددة من الطاقة (أي في حالة الإثارة)
- ٥- أن الإلكترونات في المدار المستقر لا تشع طاقة رغم أنها تتتسارع .

أ- تبتعد الذرة طاقة فتنتقل من مدار اقرب إلى النواة إلى مدار ابعد عن النواة

ب- تشع الذرة طاقة إذا انتقلت من مدار ابعد من النواة إلى مدار اقرب

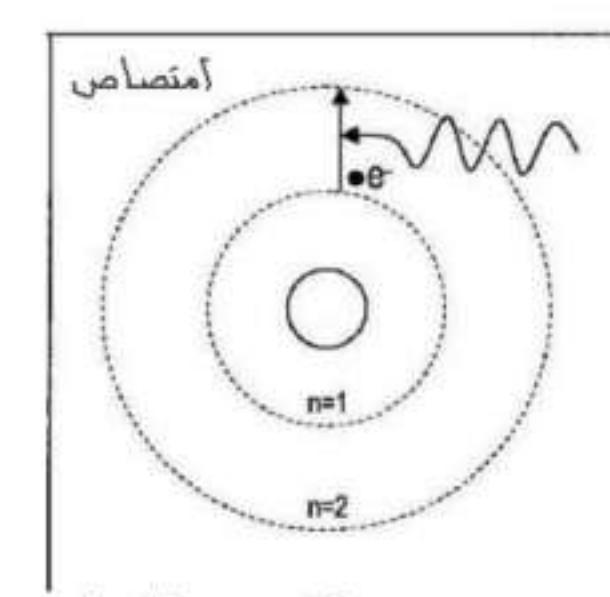
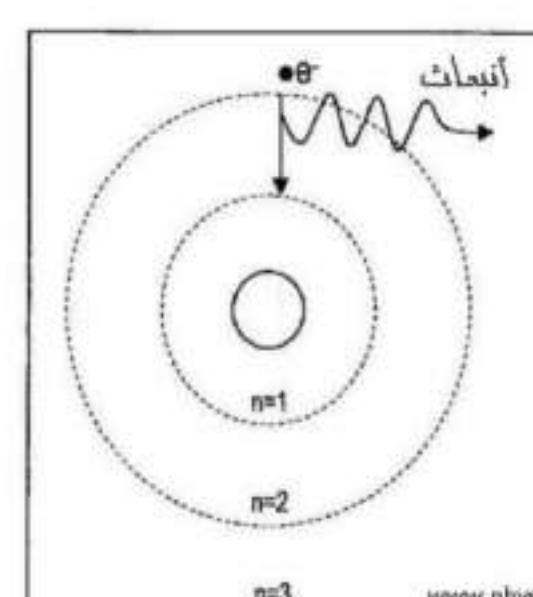
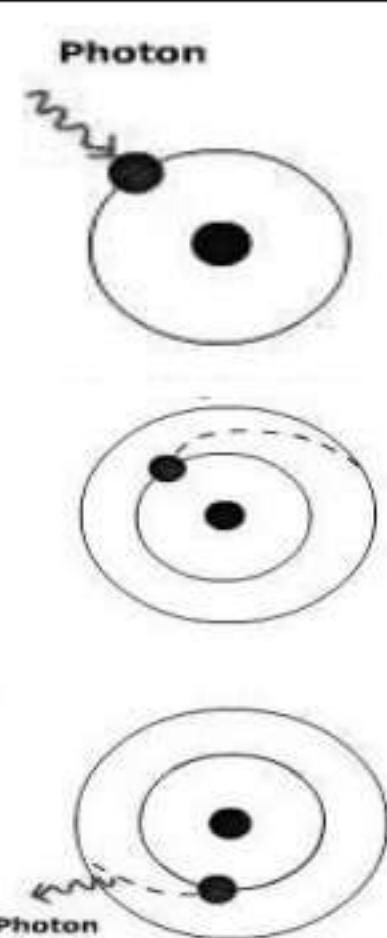


- مقدار الطاقة التي تبتعد عنها أو تفقدها الذرة عند انتقالها بين المستويات بالعلاقة :

$$E = hf \quad \text{طاقة الفوتون}$$

$$\Delta E = E_f - E_i \quad \text{فوتون}$$

أو



تطور نموذج بور:

للحالة حسب العالم بور نصف قطر مستوى إلكترون ذرة الهيدروجين

$$r_1 = 5.3 \times 10^{-11} \quad \leftarrow \boxed{r_n = r_1 \times n^2}$$

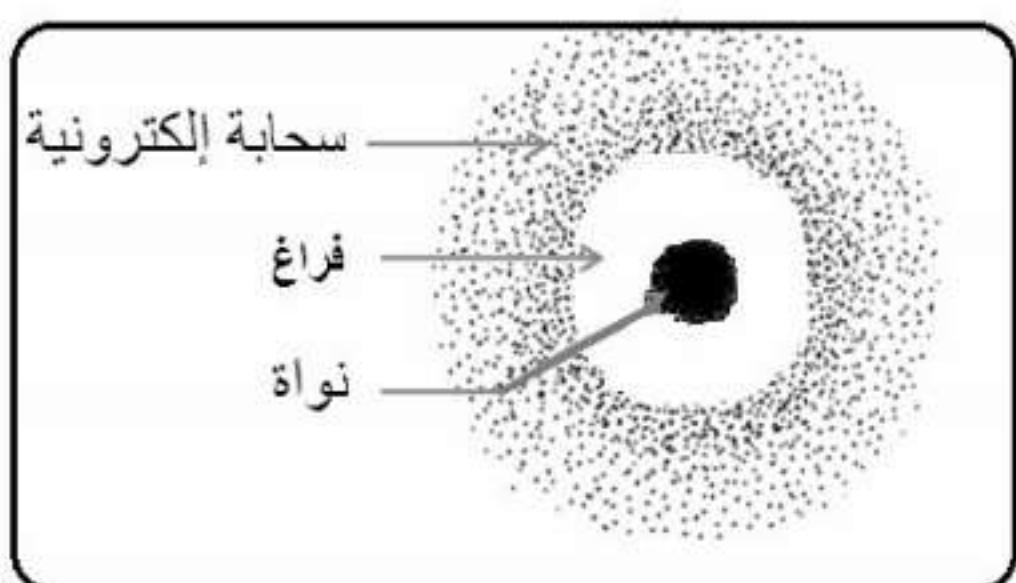
للحالة طاقة ذرة الهيدروجين

حيث n رقم المدار الذي يدور فيه الإلكترون

$$E_n = -13.6 \times \frac{1}{n^2}$$

① من مستويات الطاقة إلى السحابة الإلكترونية :

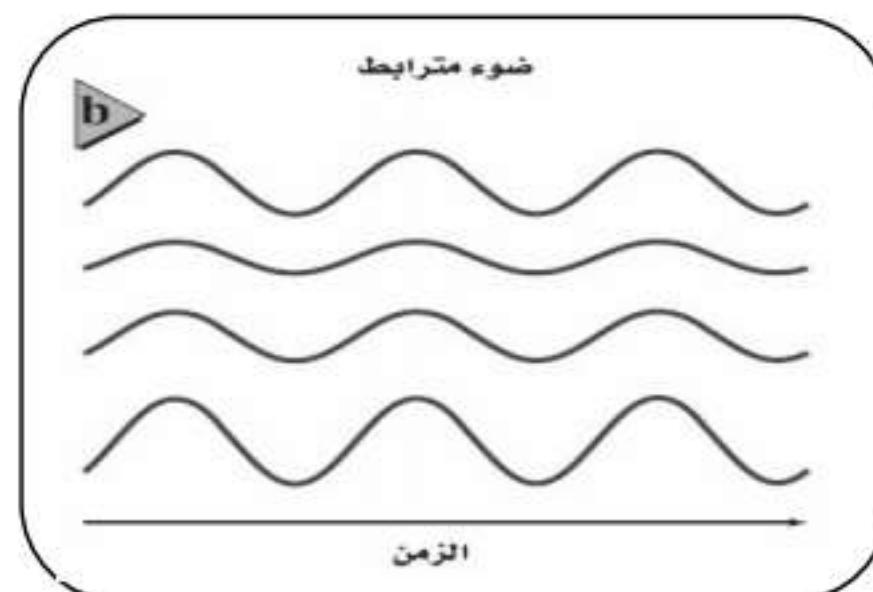
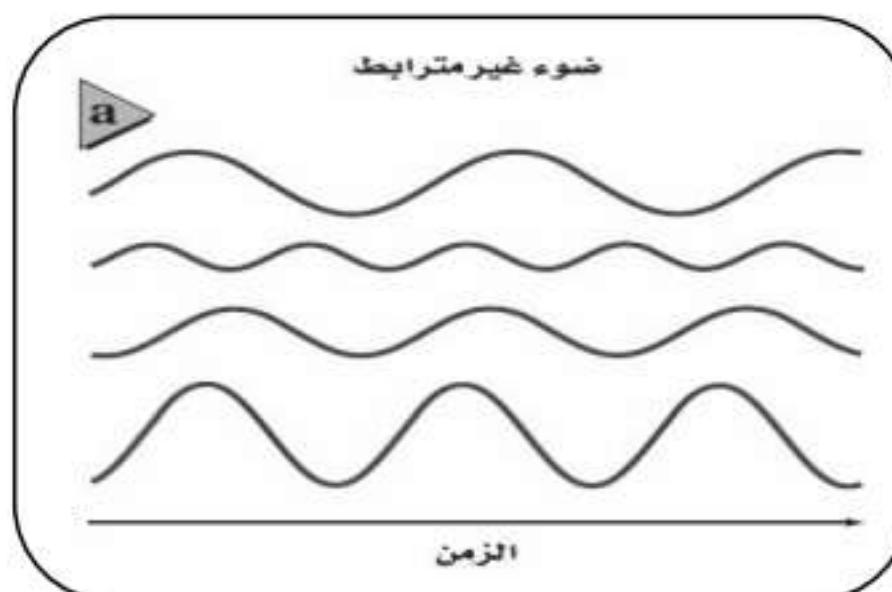
س: ما هو النموذج الكمي للذرة؟

النموذج الكمي للذرة

يتوقع احتمالية وجود الإلكترون في منطقة محددة فقط والمنطقة ذات الاحتمالية العالية لوجود الإلكترون تسمى السحابة الإلكترونية

② الليزرات :

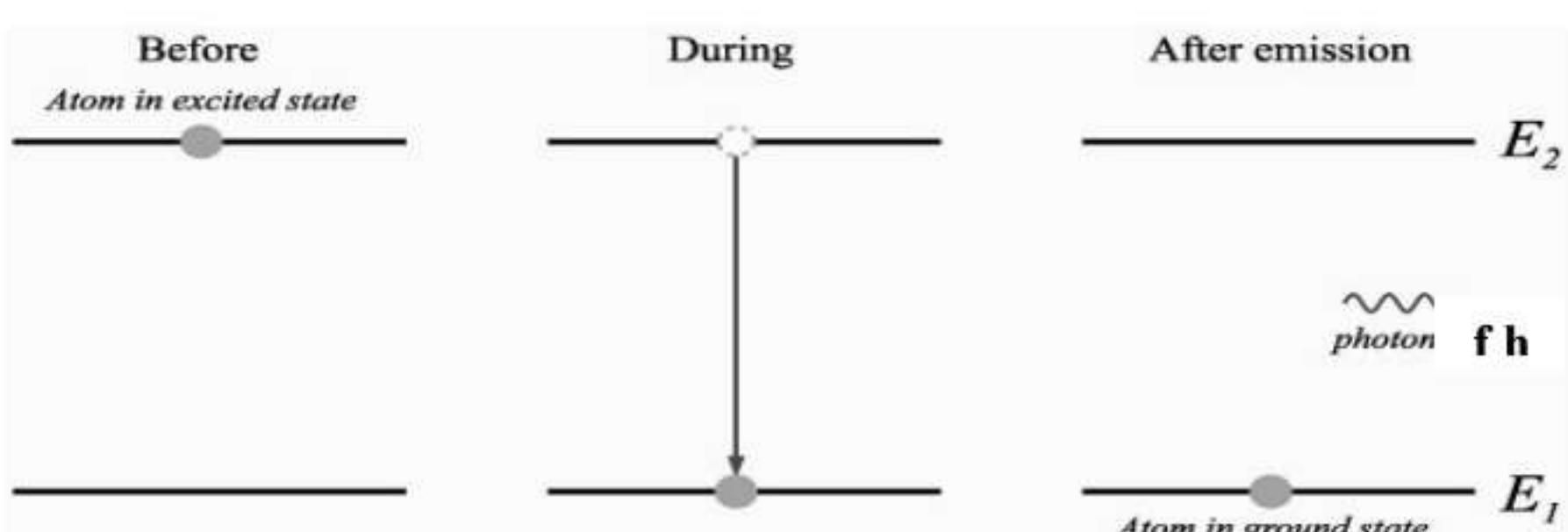
- الضوء الناتج عن مصدر متوجّه (مثل المصباح أو الكشاف) يتكون من سلسلة من متتالية من الأطوال الموجية (من الأحمر إلى البنفسجي وينتقل في جميع الاتجاهات بالإضافة إلى أن موجاته غير مترابطة بعكس الليزر كما بالشكل :

الليزر:

عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات ترابط ومقابل في التردد ومعنىه /تكبير الضوء عن طريق الانبعاث المحفز للإشعاع .
الانبعاث التلقائي و الانبعاث المحفز :

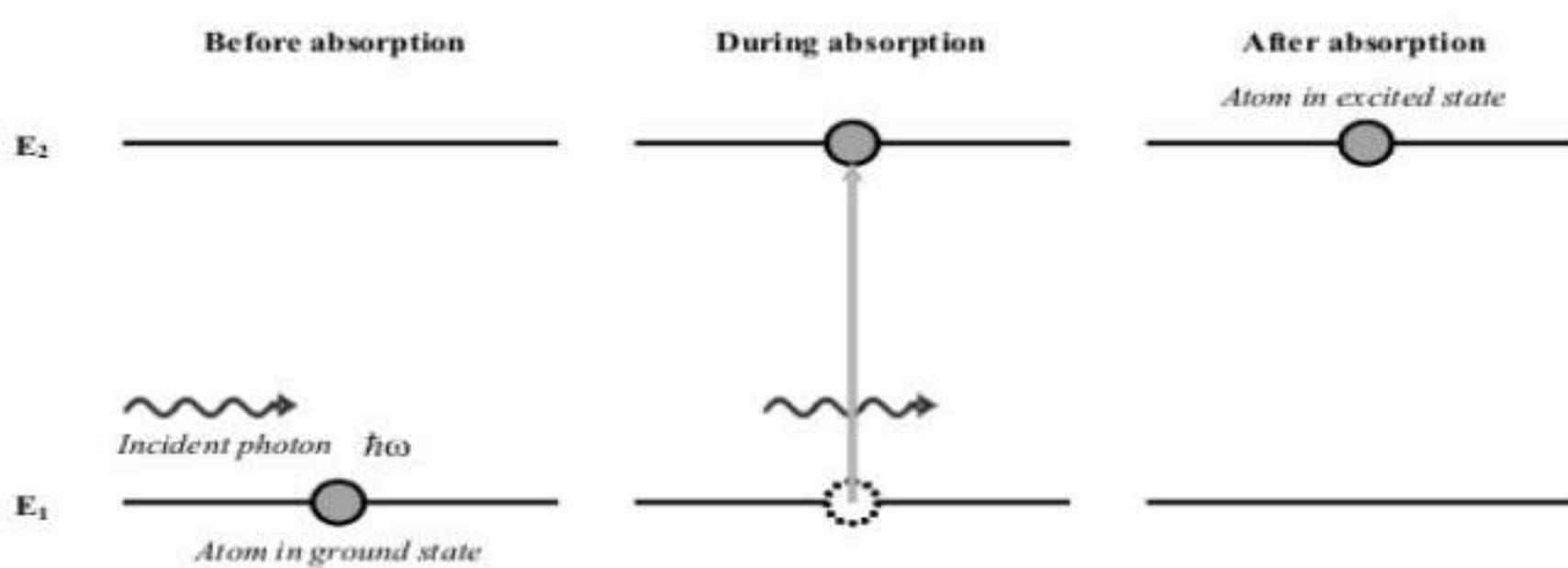
١- الانبعاث التلقائي :

تكون الذرة مثارة (الإلكترون في مستوى الإثارة) لا تبقى الذرة مثارة لأن بعد فترة قصيرة جداً تعود إلى حالتها المستقرة باعثة فوتونا طاقتها = الطاقة التي امتصها .



٢- كيفية إنتاج الليزر (الانبعاث المحفز) :

- ١- يمكن الحصول على ذرة مثارة إذا اصطدمت مع الفوتون الأول ذو طاقة محددة وعندما لابد أن تكون طاقة الفوتون = فرق الطاقة بين مستوى الإثارة ومستوى الاستقرار ويسمى الانبعاث المحفز
- ٢- عند عودة الذرات إلى حالة الاستقرار فإنها تبعث طاقة (الفوتون الثاني) تساوي الفرق بين المستويين ويغادر الفوتون الأول والثاني الذرة ولهما التردد نفسه والطور نفسه ويكونان متراقبين .
- ٣- إذا اصطدم أي من هاذين الفوتونين بذرات أخرى فسيخرج مجموعة من الفوتونات الأخرى ليتخرج سيل من الفوتونات (لها نفس التردد والطول الموجي والطور والترابط) والضوء الناتج يسمى الليzer .

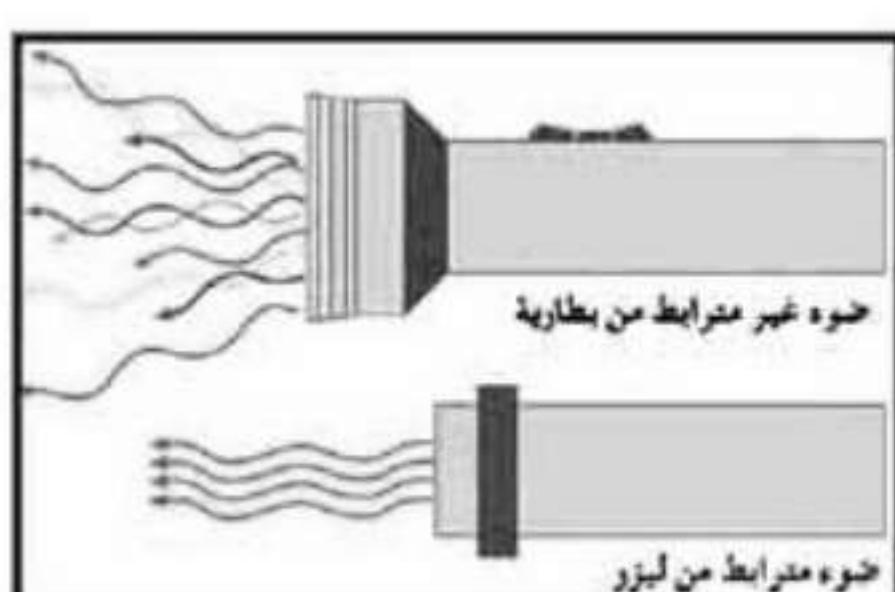


شروط هذه العملية :

- ١- يجب أن يكون هناك ذرات أخرى مثارة .
- ٢- يجب أن تبقى الذرات مثارة لفترة زمنية كافية حتى يحدث التصادم .
- ٣- يجب السيطرة على الفوتونات وتوجيهها حتى تكون قادرة على إحداث تصادم مع الذرات المثارة.

خصائص شعاع الليزر :

- ١- شدتها عالية بسبب استمرار الشعاع في حزمة ضيقة دون أن يتفرق
- ٢- تسير في اتجاه واحد ولا يحدث لها تشتت
- ٣- متفقة في الطور (تتطابق القمم والقيعان)
- ٤- تسير لمسافات بعيدة دون أن تضعف (لأن شدتها عالية ومتفقة في التردد واتجاهها واحد)
- ٥- تشبه الضوء العادي من حيث الانعكاس والانكسار .



تطبيقات الليزر :

- ١- في الحاسوب لقراءة الأقراص الليزرية
- ٢- في اتصالات الألياف الضوئية .
- ٣- في الطب بسبب دقتها ولأنها تختبر الدم كما في عملية الليزك .

إلكترونيات الحالة الصلبة

Solid-State Electronics

الفصل 6

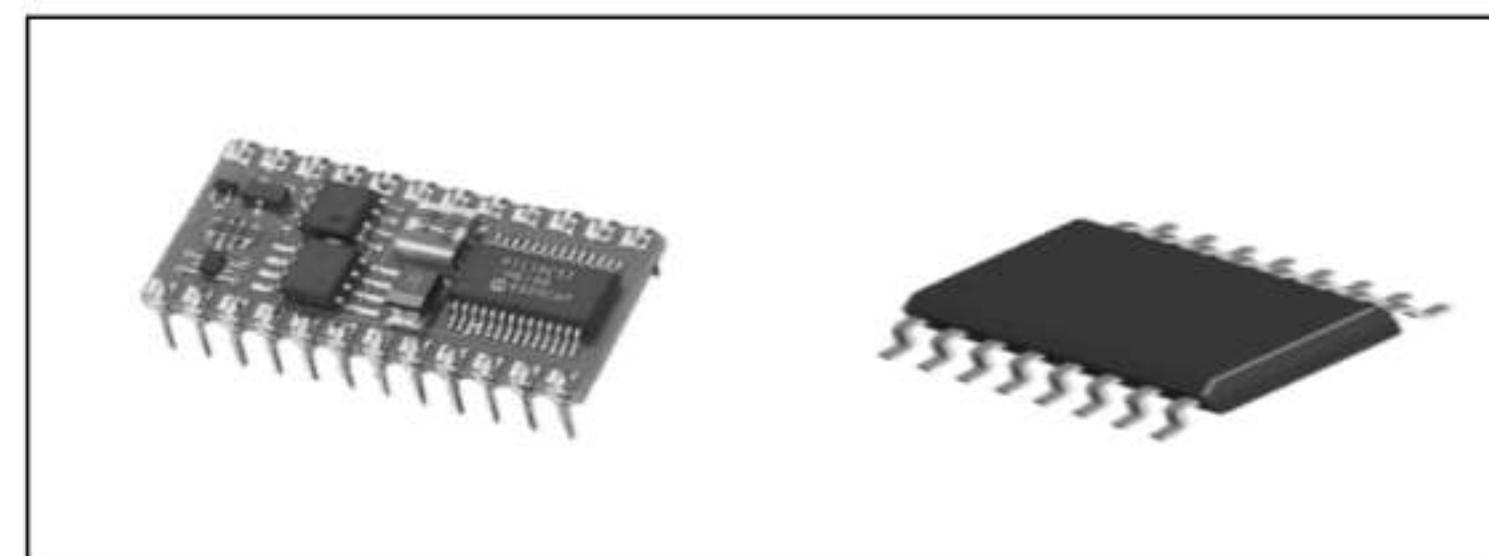


الدرس الأول : التوصيل الكهربائي في المواد الصلبة



مقدمة :

. لا تعتمد الأدوات الإلكترونية على الموصلات والعوازل الطبيعية فقط ففي أواخر الأربعينيات من القرن الماضي اخترع أدوات الحالة الصلبة صنعت هذه الأدوات من مواد تعرف بـ(أشباه الموصلات) مثل : السيليكون و الجermanيوم. وتعمل هذه الأدوات على تكبير الإشارات الكهربائية وضبطها .



خصائص أشباه الموصلات :

- ١ - صغيرة جدا
- ٢ - لا تولد حرارة كبيرة
- ٣ - تكلفة صناعتها قليلة
- ٤ - عمرها الافتراضي يصل إلى ٢٠ سنة

نظرية الأحزمة للمواد الصلبة :

هو وصف التوصيل الكهربائي مادة عن طريق وصف حزمتي التكافؤ والتوصيل المنفصلتين بواسطة الفجوات الممنوعة .

حزم الطاقة :

. حزم الطاقة ذات مستويات الطاقة الدنيا أو حزم التكافؤ تكون مملوءة بالكترونات مرتبطة في البلورة . أما مستويات الطاقة العليا أو حزم التوصيل فيكون متاحا فيها للالكترونات الانتقال من ذرة إلى أخرى .

- يفصل بين حزمتي التكافؤ والتوصيل فجوة يمنع على الإلكترون التواجد فيها ولذلك تسمى مناطق الطاقة الممنوعة أو المخطورة .



. عند درجة حرارة الصفر الكلفن تكون حزمة تكافؤ للاسيليكون مملوءة كلياً بالالكترونات وتكون حزمة التوصيل فارغة تماماً ، وعندما تزداد درجة الحرارة تكتسب المزيد من الالكترونات التكافؤ طاقة كافية للقفز عن الفجوة لتصل إلى حزمة التوصيل وتزداد موصولة السيليكون .



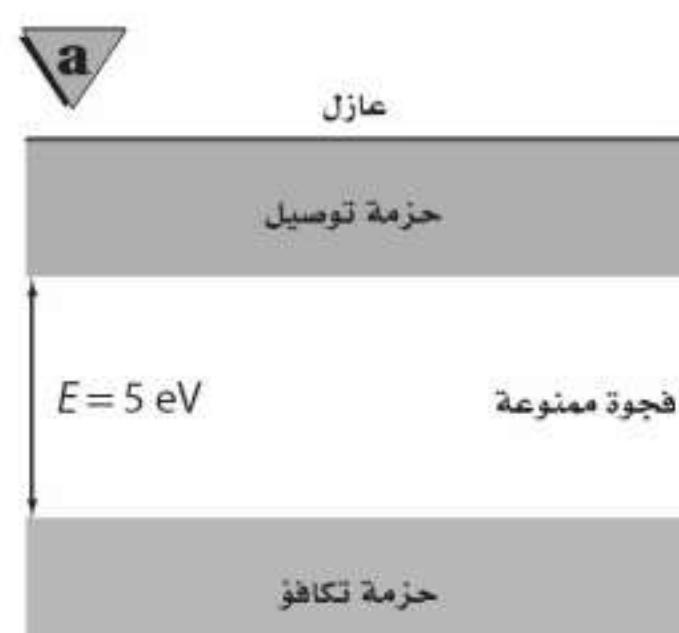
أولاً : الموصلات الكهربائية :

في المادة جيدة التوصيل تكون حزمة التوصيل مملوءة جزئياً بالالكترونات ولا توجد فجوة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل كما في الشكل :



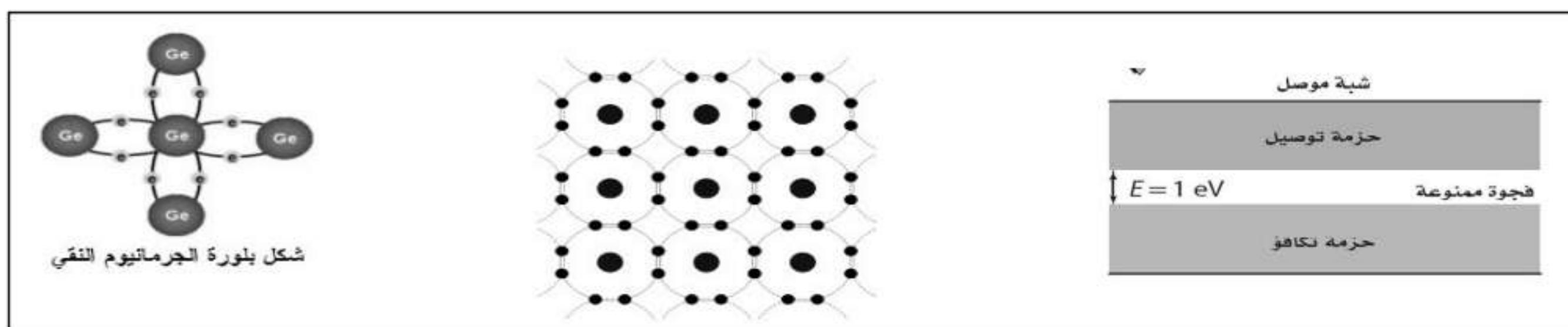
ثانياً: العوازل :

- . تكون حزمة التكافؤ في المادة العازلة مملوءة ، في حين تكون حزمة التوصيل فارغة .
- 5 . يتعين أن يكتسب الإلكترون كمية كبيرة من الطاقة كي ينتقل إلى حزمة التوصيل . ولأنه توجد في العوازل فجوات طاقة مقدارها 5 eV) وهذه الطاقة لا تمتلكها الالكترونات وبالتالي لا يمكن أن تقفز عن الفجوة الممنوعة . لذلك فإن المادة العازلة لا توصل التيار الكهربائي .



٣- أشباه الموصلات :

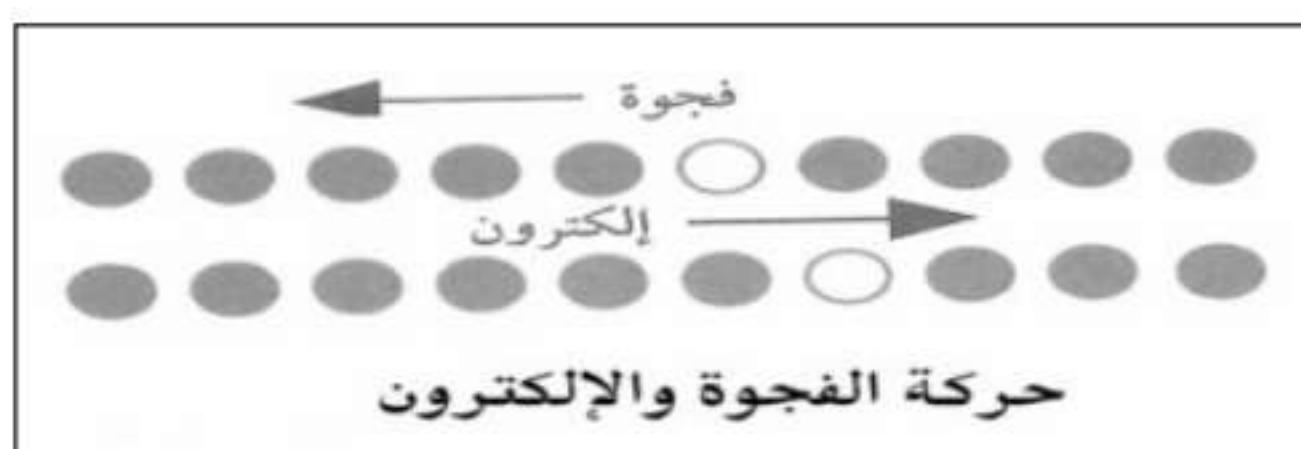
- مثل السليكون و الجermanيوم وهي تمتلك أربع الكترونات تكافؤ و ذرات أشباه الموصلات في البلورة ترتبط بروابط تساهمية تكون حزمة التكافؤ مملوءة بالالكترونات كما في العوازل ولكن الفجوة بين حزمتي التكافؤ و التوصيل اصغر كثيراً مما في العوازل ولذلك فان نقل إلكترون من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل لا يحتاج إلى طاقة كبيرة .



- إذا تحرر إلكترون (انتقل من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل) فإنه يبقى مكانه فجوة وهي عبارة عن مستوى طاقة فارغ في حزمة التكافؤ وتصبح الشحنة الكلية للذرة موجبة مع زيادة كمية الفجوات.

حركة الالكترونات والفجوات :

ونلاحظ أنه عند حركة إلكترون فإنه يترك وراءه فجوة وعندما يأتي إلكترون من ذرة أخرى لتسعد الفجوة والإلكترون وهكذا أي أن الالكترونات تتحرك في اتجاه و الفجوات تتحرك في اتجاه آخر.



وتسمى أشباه الموصلات التي توصل التيار نتيجة لتحرير الالكترونات والفجوات حرارياً بأشباه الموصلات النقية

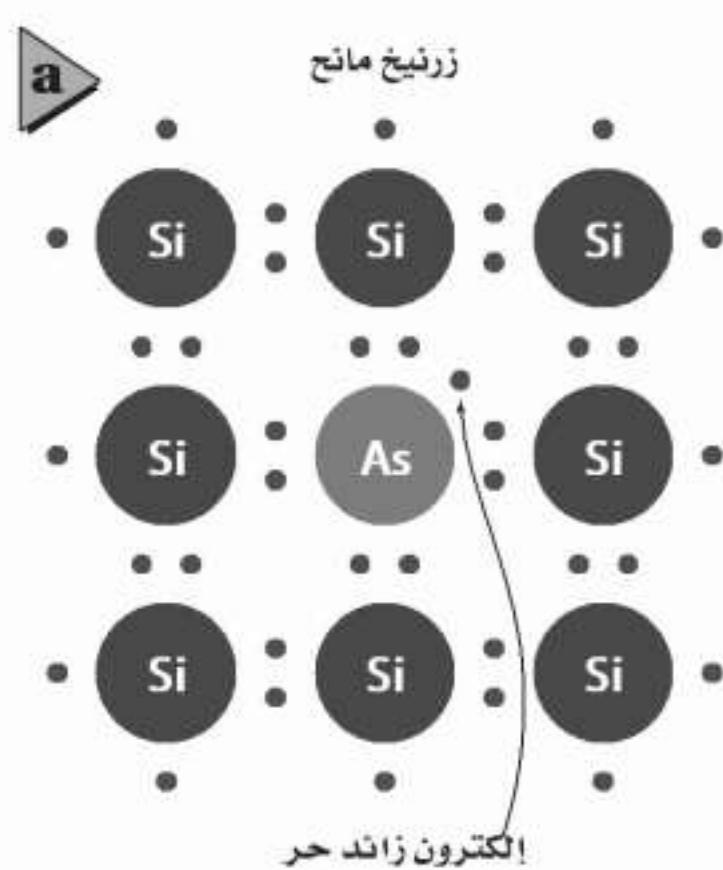
أشباه الموصلات المعالجة :

حتى يمكن استخدام أشباه الموصلات في صنع أدوات إلكترونية يجب أن تزيد موصليته وذلك بإضافة ذرات مانحة للإلكترونات بتركيز قليلة تسمى الشوائب وبالتالي تسمى أشباه الموصلات بأشباه الموصلات غير النقيّة أو المعالجة.

تنقسم أشباه الموصلات المعالجة إلى نوعين هما :

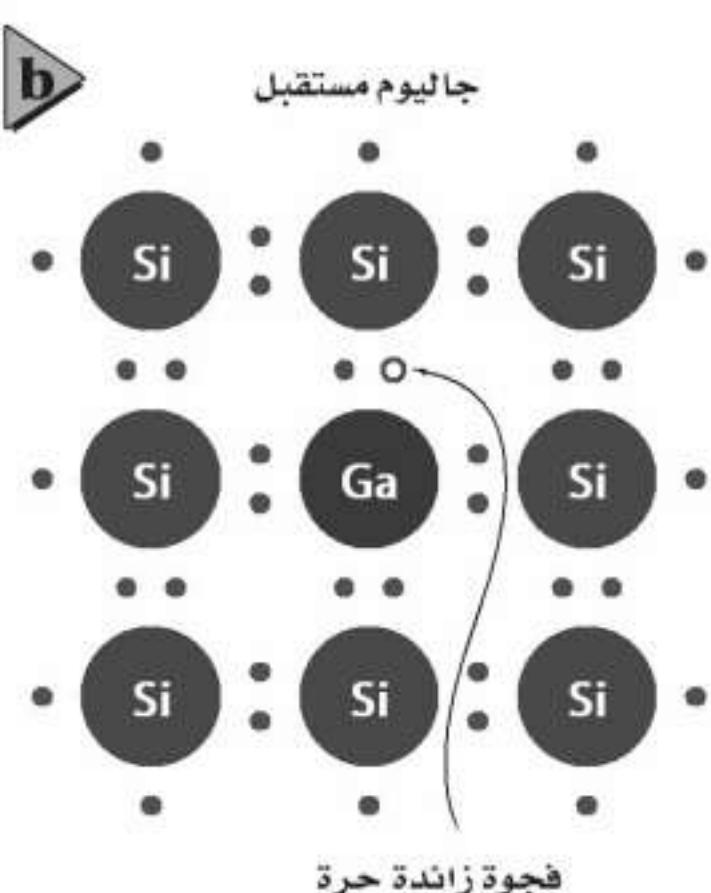
أشباه موصلات من النوع السالب (n)

تكون المادة الشائبة خماسية التكافؤ مثل الزرنيخ فترتبط أربع الكترونات مع ذرات المادة الشبة موصلة ويبقى إلكترون خامس يسمى الإلكترون المانح وتكون طاقة هذا الإلكترون قريبة جداً من حزمة التوصيل بحيث تكون الطاقة الحرارية كافية لنقل هذا الإلكترون بسهولة من الذرة المعالجة إلى حزمة التوصيل تزداد توصيل أشباه الموصلات من النوع n بتوافر أعداد من هذه الإلكترونات المانحة وانتقالها إلى حزمة التوصيل



أشباه موصلات من النوع الموجب (p)

تكون المادة الشائبة ثلاثية التكافؤ مثل الجاليموم فترتبط الثلاث الكترونات مع ذرات المادة الشبة موصلة وينقص إلكترون واحد مما يحدث فجوة في بلورة السيليكون ويمكن للإلكترونات في حزمة التكافؤ أن تسقط في هذه الفجوات محدثة فجوات جديدة تزداد توصيل أشباه الموصلات من النوع p بزيادة الفجوات التي تنتجهما ذرات المستقبل المعالج .

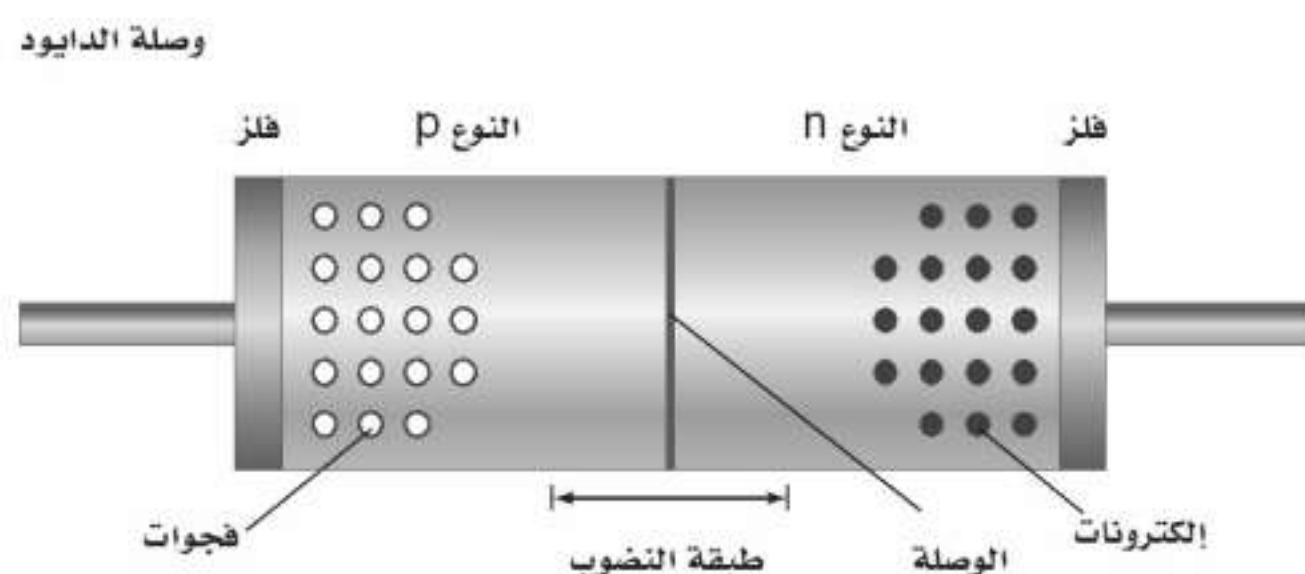


الأدوات الالكترونية

اولا . الدايمود(الوصلة الثنائية):

. تركيبه :

- قطعة صغيرة من مادة شبه موصلة من النوع الموجب (P) موصولة بقطعة اخرى من النوع السالب (n) وتطلی منطقة الوصل الفلزية في كل منطقة بحيث يمكن وصل الاسلاك بها .
- يطلق على الحد الفاصل بين شبه الموصلين من النوعين اسم (الوصلة) وتسمى الاداء الناتجة بالدايمود(الوصلة الثنائية) نوع (pn)
- ترك المنطقة المحيطة بالطبقة الفاصلة بدون فجوات او الكترونات حرة فتنصب فيها ناقلات الشحنة لذلك تسمى طبقة النضوب و تعد رديئة التوصيل للكهرباء .



. طريقة عمله:

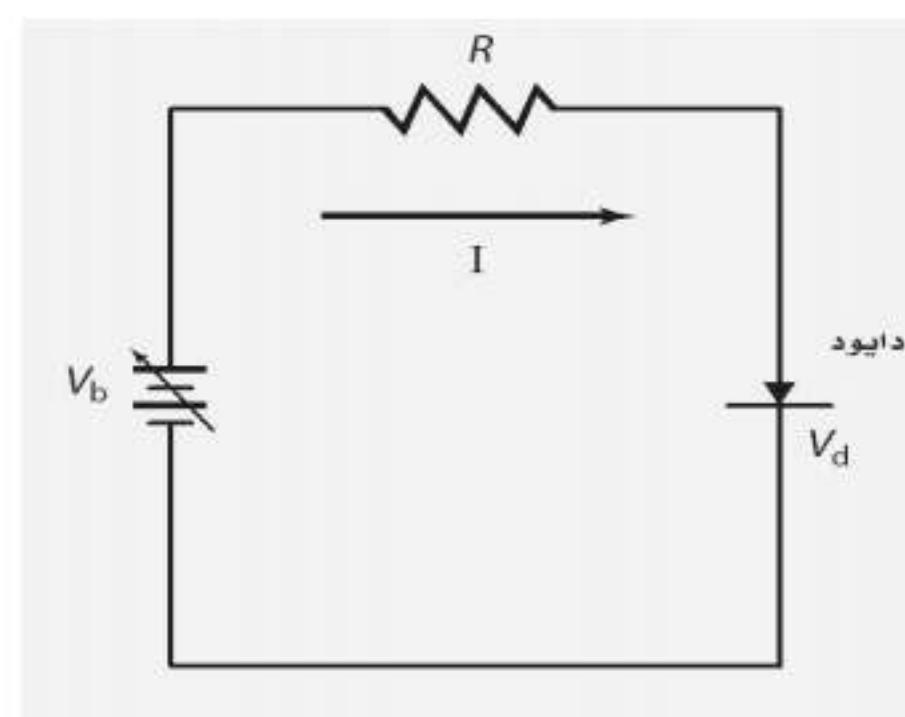
- تتجذب الإلكترونات الحرة في الطرف (n) من الوصلة نحو الفجوات الموجبة في الطرف (P) ويتحرك كل منها في اتجاه الآخر ، ونتيجة لهذا التدفق تمتلك المنطقة n شحنة كافية موجبة بينما تمتلك المنطقة p شحنة كافية سالبة .

ملاحظة :



يرمز للدايمود في الدوائر الالكترونية بالشكل :

وفي الشكل التالي دائرة تحتوي على الدايمود :

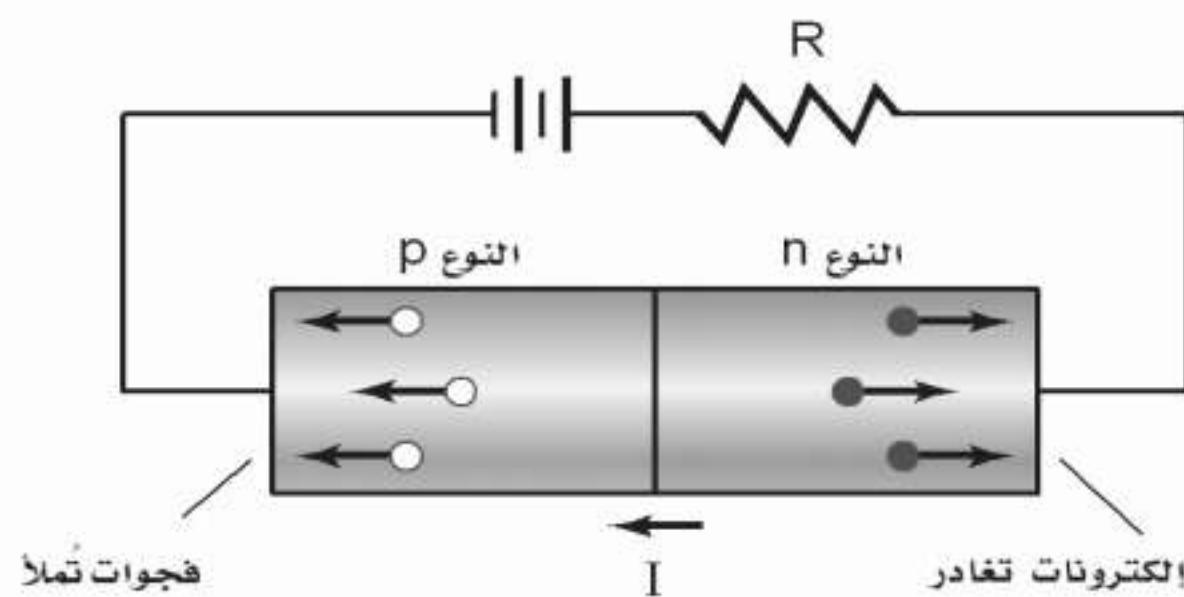


أنواع أنحصار الديايد (الوصلة الثنائية) :

. الديايد (الوصلة الثنائية) المنحاز عكسيًا :

- عندما يوصل الطرف السالب للبطارية بشبه الموصل من النوع **p** والطرف الموجب بشبه الموصل من النوع **n** يزداد عرض طبقة النضوب ولا يكاد يمر تيار كهربائي خلال الديايد (الوصلة الثنائية) وبالتالي فهو يعمل عمل مقاومة كبيرة جداً.

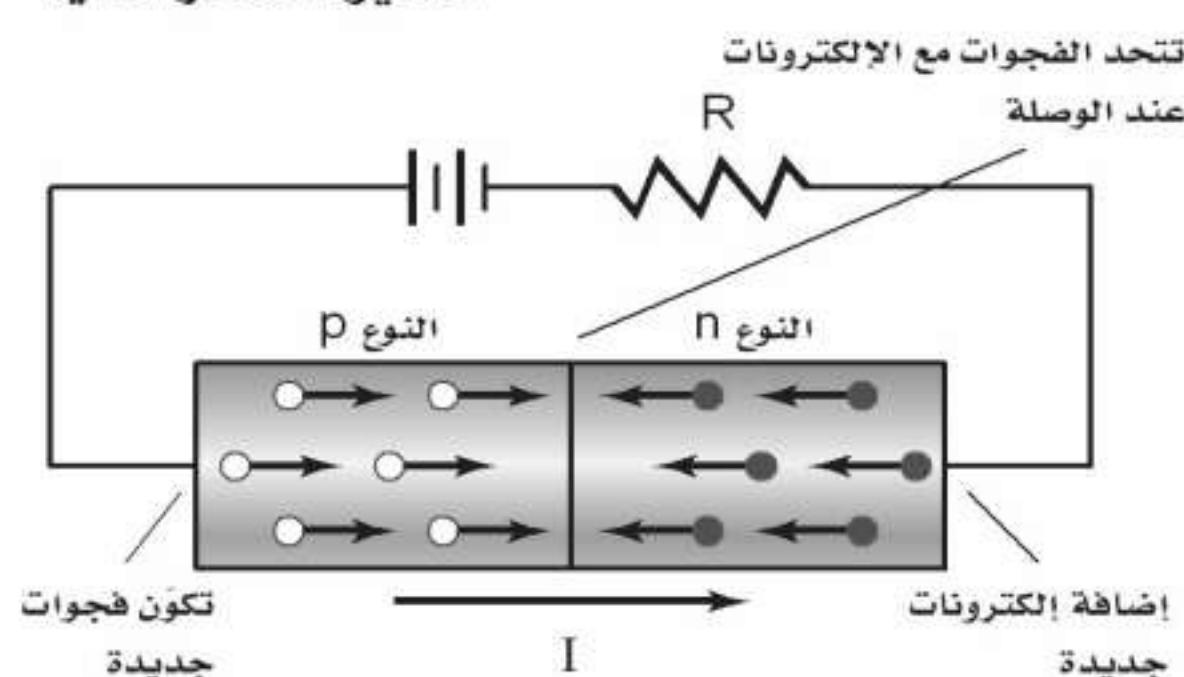
الديايد المنحاز عكسيًا



. الديايد (الوصلة الثنائية) المنحاز امامياً :

- إذا عكست اتجاه البطارية بحيث يوصل الطرف السالب للبطارية بشبه الموصل من النوع **n** والطرف الموجب بشبه الموصل من النوع **p** - تتجه الالكترونات الى الطرف **p** وتملأ الفجوات وتضمحل طبقة النضوب ويعبر التيار من خلال الديايد وبزيادة الجهد من البطارية يزداد التيار

الديايد المنحاز امامياً



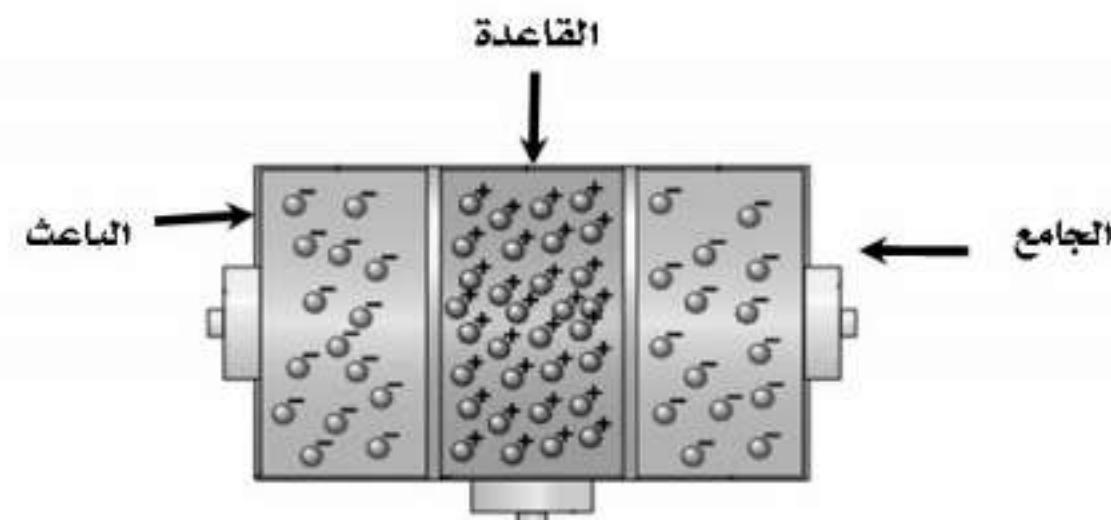
استخدام الديايد (الوصلة الثنائية) :

الاستخدام الرئيسي له تحويل الجهد المتناوب **AC** الى جهد مستمر **DC**

ثانياً : الترانزستورات

. تركيب الترانزستور :

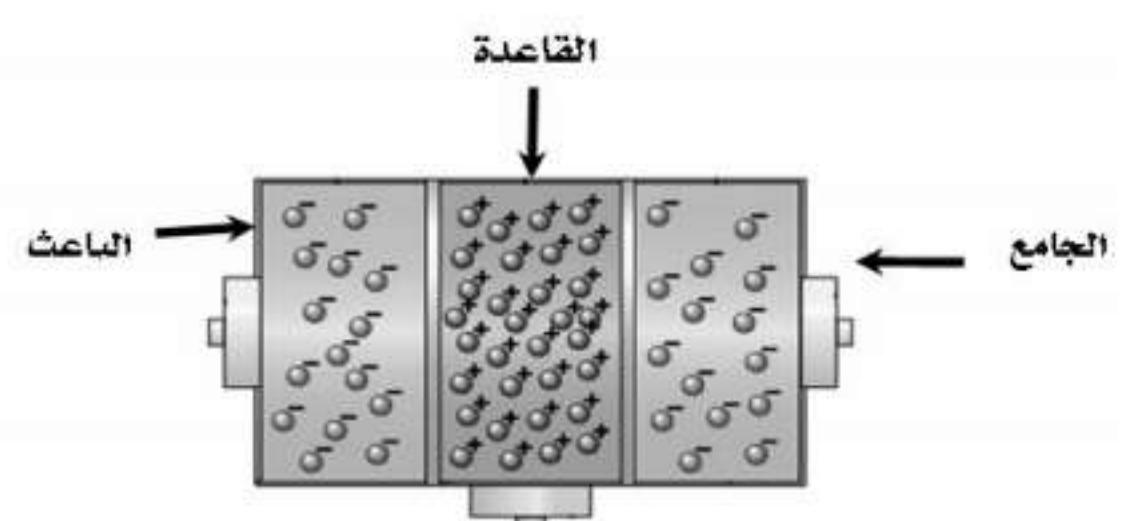
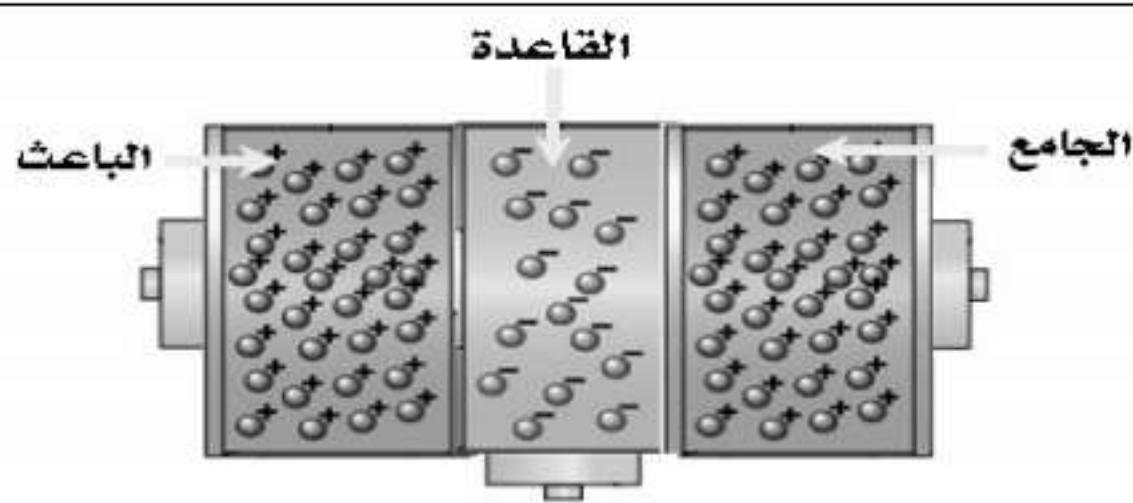
. يتكون من طبقتين من مادة شبه موصله من نفس النوع تسمى احداهما الباعث والآخر الجامع وبينهما طبقة رقيقة مركبة مصنوعة من مادة شبه موصله من نوع مختلف وتسمى هذه الطبقة القاعدة



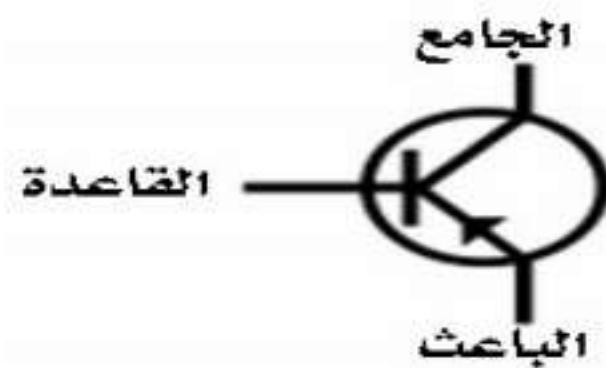
. انواع الترانزستورات :

٢ . ترانزستور (pnp)

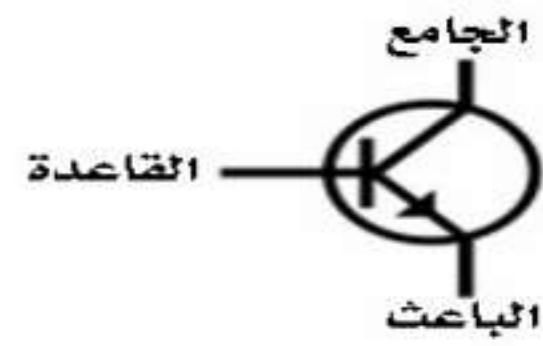
١ . ترانزستور (npn)



يرمز للباعث هنا بدخول سهم للقاعدة



يرمز للباعث هنا بخروج سهم من القاعدة



يشير السهم المرسوم على الباعث إلى اتجاه التيار الاصطلاحي

طريقة عمله :

. عندما يكون الدياود(الوصلة الثنائية) الموجود بين القاعدة والجامع منحازة عكسيًا تكون طبقة النضوب عريضة فلا يسري تيار من الجامع إلى القاعدة .

- اما عندما يكون الدياود(الوصلة الثنائية) الموجود بين القاعدة والباعث منحازة اماميا فيسري تيار من الباعث إلى القاعدة .

. استخدامات الترانزستور :

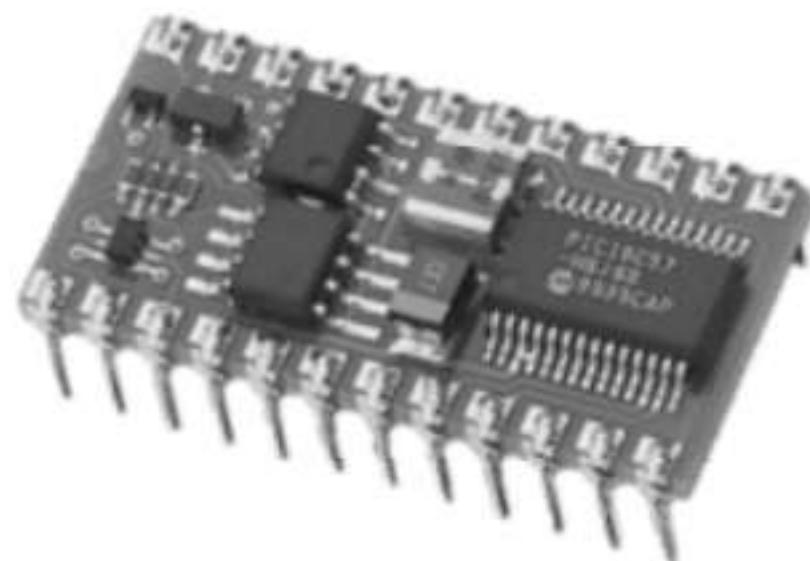
- ١- تضخيم وتفوية التغيرات في الجهد الخفي.
- ٢- يمكن وصل مجموعة ترانزستورات معا لتنفيذ عملية منطقية في الحواسيب حيث تعمل كمفاتيح تحكم سريعة الاداء.

ثالثا : الرقائق الميكروية (الدوائر المتكاملة) :

- . تتكون من الآف الترانزستورات و الدايدات و المقاومات و الموصلات و طول كل منها لا يتتجاوز الميكرومتر الواحد .
- . الحجم الصغير للرقائق الميكروية يسمح بوضع الدوائر المعقدة في مساحة صغيرة .

. استخداماتها :

- . في الاجهزه الكهربائية وفي السيارات و الحواسيب لزيادة سرعتها .



الفصل 7

الفيزياء النووية Nuclear Physics

مقدمة :

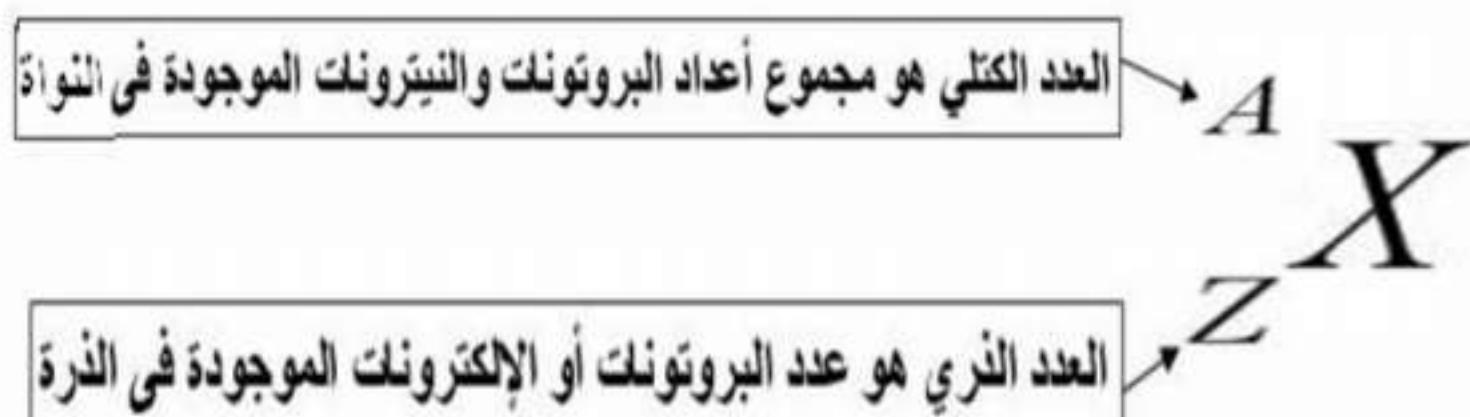
مر بكم سابقاً في تجربة شريحة الذهب لرذرфорد انه لم يثبت وجود النواة فقط بل أجري تجارب تعتبر مبكرة بهدف اكتشاف تركيبها وقد أجرى مع فريقه قياسات دقيقة لأنحراف جسيمات ألفا عندما اصطدمت بشريحة الذهب ويمكن تفسير هذه الانحرافات بأن معظم حجم الذرة فراغ . وقد أظهرت التجارب كذلك أن هناك مركز صغير جداً ذو كثافة كبيرة وله شحنة موجبة تتركز فيه معظم كتلة الذرة ومحاط بالإلكترونات وهو ما يعرف بالنواة . (راجع ص ١٧ من هذا الملخص)

. وصف النواة :

. تحتوي النواة على بروتونات موجبة الشحنة ونيترونات متعادلة الشحنة وكتلة البروتون تساوي تقريباً كتلة النيترون .

* كتلة النواة وشحنتها :

يمكن أن نصف النواة بدلالة العدد الذري (Z) والعدد الكتلي (A) حيث :



ملاحظة هامة جداً : إذا تغير العدد الذري للعنصر (Z) يتغير العنصر بالكامل إلى عنصر آخر

. أمثلة :



. البروتون هو الجسيم الوحيد المشحون داخل النواة .

. شحنة النواة الكلية = عدد البروتونات × شحنة البروتون

$$(لا تنس أن شحنة البروتون = شحنة الإلكترون = 1.6 \times 10^{-19} C)$$

. كتلة كل من البروتون و النيترون تزيد بحوالي (1800) مرة على كتلة الإلكترون .

. كتلة كل من البروتون و النيترون تساوي تقريباً 1u حيث (u) هي : وحدة الكتلة الذرية .

* حجم النواة :

. قطر النواة يساوي تقريبا $m = 10^{-14}$ ، وللذرة المثالية نصف قطر أكبر 10000 مرة من قطر النواة .

هل جميع العناصر العدد الكتلي نفسه ؟

- . باستخدام جهاز مطياف الكتلة وجد انه يمكن أن يكون لذرات العنصر الواحد كتلا مختلفة كما رأيت في تجربة طومسون في بداية الفصل السابع .
- . تسمى نواة النظير النويدة .

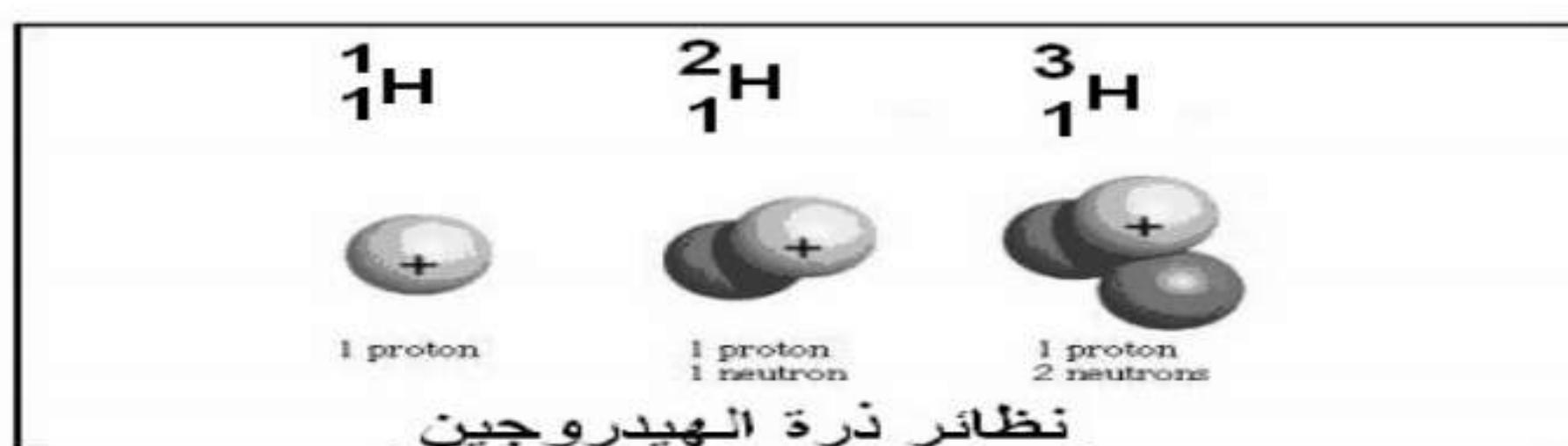
النظائر :

هي التويدات من عنصر ما تتفق في عدد البروتونات (العدد الذري) وتختلف في عدد النيترونات (العدد الكتلي) .

. جميع نظائر العنصر المتعادل كهربائيا لها نفس العدد من الالكترونات حول النواة .

أمثلة :

. ذرة الهيدروجين الطبيعية تحتوي على بروتون واحد و صفر نيترون في النواة ، وهناك أنواع أخرى منها تحتوي نواها على بروتون واحد ونيترون واحد ، كما أن هناك ذرة هيدروجين تحتوي على بروتون واحد ونيترونين هذه الأنواع من الذرات تسمى النظائر .



متوسط الكتلة :

. الكتلة المقيسة لغاز الهيدروجين $\text{H}_2 = 1.008$ وهذا الرقم يعرف بمتوسط كتلة نظائر الهيدروجين الموجودة طبيعيا .

س / ما الذي يحافظ على نيوكليونات النواة معا ؟

. النواة تتكون من بروتونات موجبة الشحنة و نيترونات متعدلة الشحنة وكان من المتوقع أن تسبب قوى التنافر الكهرومغناطيسية بين البروتونات تباعد بعضها عن بعض ، ولكن هذا لا يحدث بسبب وجود قوة تجاذب متبادلة وقوية داخل النواة يطلق عليها (طاقة الرابط النووية) .

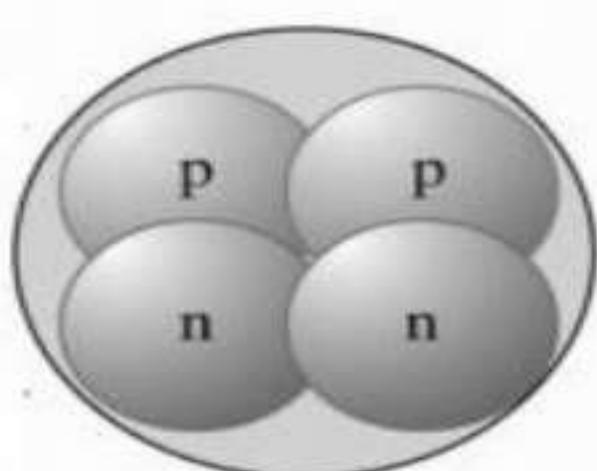
القوة النووية القوية :

.تعريفها : هي القوة التي تؤثر بين البروتونات و النيترونات الموجودة في النواة والقريبة جداً إلى بعض و القوة النووية القوية هي قوة تزيد 100 مرة عن القوى الكهرومغناطيسية .

خصائص القوة النووية القوية :

١- اثر طاقة الربط النووي لا يعتمد على الشحنة فهي تؤثر على أي بروتونين أو أي نيترونين أو أي بروتون ونيترون داخل النواة أي أنها لا تفرق بين أي جسيمين .

٢- مدى هذه القوة قصير حيث لا يتجاوز $1.4 \times 10^{-15} \text{ m}$

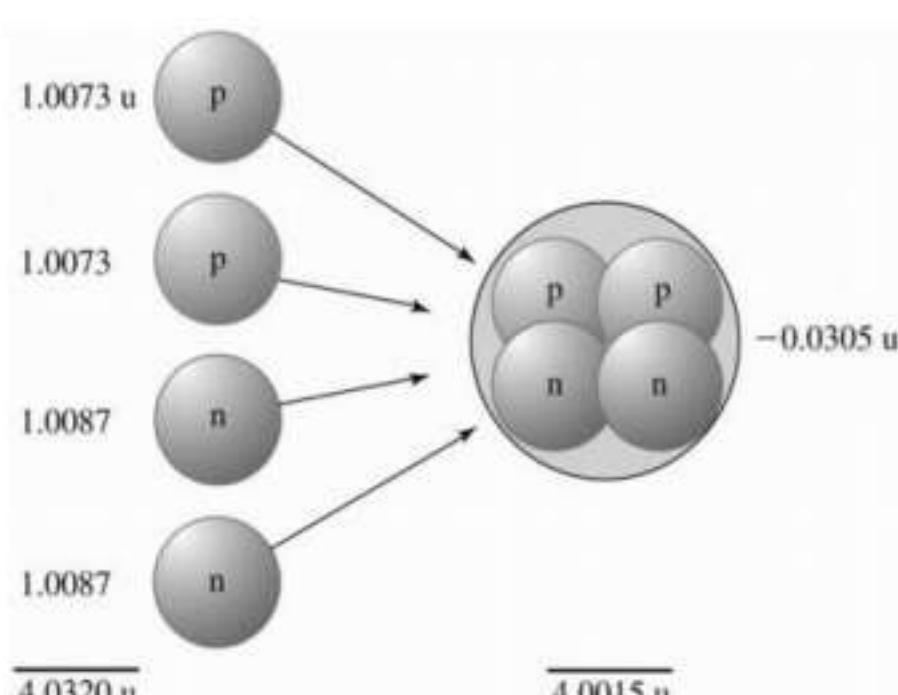


ملاحظة :

. تسمى البروتونات والنيترونات (النيوكليونات) والقوة النووية المائلة تحافظ على بقاء هذه النيوكليونات في النواة .

من أين تأتي طاقة الربط النووية ؟

وجد العلماء باستخدام مطياف الكتلة أن كتلة النواة مجتمعة يكون دائمًا أقل من مجموع كتل أجزاؤها فأين تذهب الكتلة المتبقية ؟



. يتحول فرق الكتلة للنواة إلى طاقة ربط نووية حسب معادلة اينشتاين لـ تكافؤ الطاقة والكتلة :

$$E = mc^2$$

قانونها :

طاقة الربط النووية = (الكتلة الذرية للعنصر - (عدد البروتونات × كتلة البروتون + عدد النيترونات × كتلة النيترون)) × 931.49
أو :

$$E = m \cdot (n_p \times m_p + n_n \times m_n) \times 931.49$$

$$1.0073 = m_p \text{ و.ك.ذ}$$

n_p عدد البروتونات

$$1.0087 = m_n \text{ و.ك.ذ}$$

n_n عدد النيترونات

ملاحظات :

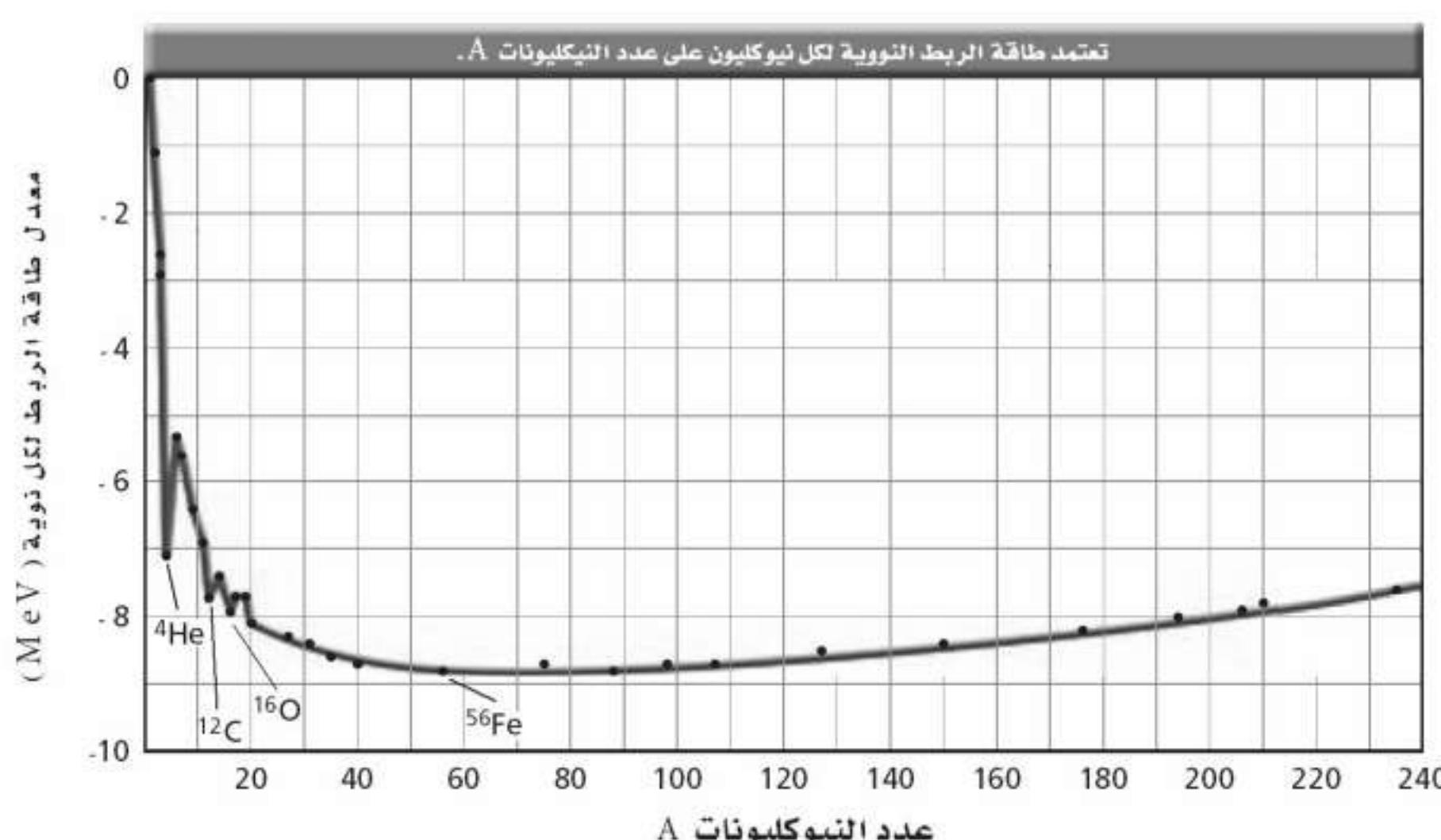
١- يسمى الحد (الكتلة الذرية للعنصر - (عدد البروتونات × كتلة البروتون + عدد النيترونات × كتلة النيترون)) بنقص الكتلة .

$$m \cdot (n_p \times m_p + n_n \times m_n) \text{ أو}$$

٢- تفاصيل طاقة الربط النووية بوحدة ميغا إلكترون فولت (Mev)

طاقة الربط النووية وكتلة النواة :

تعتمد طاقة الربط النووية على كتلة النواة فالأنوية الكبيرة ترتبط بقوة أكبر من الأنوية الخفيفة وطاقة الربط النووية تصيب أكتر كلما ازداد العدد الكتلي حتى القيمة 56 (نواة الحديد) وبعد الحديد من أكثر الأنوية ترابطاً لذلك تصيب الأنوية أكثر استقراراً كلما اقترب عددها الكتلي من العدد الكتلي للحديد .





يمكن لبعض المواد أن تبعث أشعة نافذة تسمى هذه المواد بالمواد المشعة وبسبب انبعاث جسيمات وإشعاعات من المواد فإنها تضمحل أي يتحول العنصر إلى عنصر آخر وعندما تضمحل النواة فتنتقل من حالة أقل استقراراً إلى حالة أكثر استقراراً

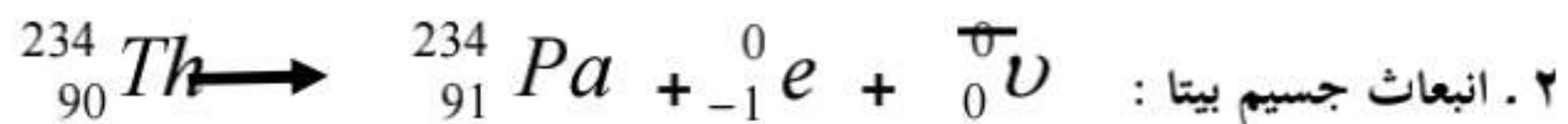
① الاضمحلال الإشعاعي :

في عام 1899 م اكتشف العالم رutherford أن عنصر الرادون يتضمن تلقائياً إلى نواة أخف ونواة هيليوم خفيفة وفي نفس العام اكتشف أن مركبات اليورانيوم تنتج ثلاثة أنواع مختلفة من الإشعاع فصل بينهما تبعاً لقدرتها على اختراق المواد وأطلق عليها إشعاعات ألفا (α) وبيتا (β) وجاما (γ)

اضمحلال جاما (γ)	اضمحلال بيتا (β)	اضمحلال ألفا (α)	وجه المقارنة
فوتونات ذات طاقة عالية	الكترونات تبعث من النواة وذلك بتحول النيترون إلى بروتون	${}^4_2 He$ نواة هيليوم	تركيبه
يبقى ثابتا (لا يتغير)	يبقى ثابتا (لا يتغير)	ينقص بقدر 4	عدد الكتلة A
يبقى ثابتا (لا يتغير)	يزداد بقدر 1	ينقص بقدر 2	العدد الذري Z
لا يحدث تحول في النواة لأن إشعاع جاما عبارة عن إعادة توزيع للطاقة داخل النواة	يتحول العنصر إلى عنصر مختلف مع ظهور جسيم يسمى النيوترينو	يتحول العنصر إلى عنصر مختلف	التحولات الناتجة
${}^A_Z X^* \rightarrow {}^A_Z X + \gamma$	${}^A_Z X \rightarrow {}^{Z+1}_{Z+1} Y + {}^0_1 e$	${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} \gamma + {}^4_2 He^{++}$	المعادلة العامة
	${}^{14}_6 C \rightarrow {}^{14}_7 N$ يتحول إلى	${}^{238}_{92} U \rightarrow {}^{234}_{90} Th$ يتحول إلى	أمثلة
عالية حيث يلزم سلك عدة سنتيمترات من الرصاص لإيقافها	متوسطة حيث يلزم سلك 6 mm من الألومنيوم لإيقافها	ضعيفة حيث تتوقف عند اصطدامها بصفحة رقيقة من الورق	القدرة على النفاذ

التفاعلات والمعادلات النووية :

. يحدث التفاعل النووي عندما تغير طاقة النواة أو عدد النيوترونات أو عدد البروتونات فيها . ويمكن وصف التفاعلات النووية باستخدام : الكلمات أو التمثيل البياني أو المعادلات مثل :



ملاحظة هامة عند وزن المعادلات النووية :

- من المهم عند حدوث التفاعل النووي أن يبقى مجموع العدد الكلي للجسيمات النووية ثابتا خلال التفاعل لذلك فان مجموع الأعداد العلوية في كل طرف يجب أن يتساوى ففي المعادلة (١) : $238=234+4$ وكذلك في المعادلة (٢) أيضا فان الشحنة الكلية محفوظة لذلك فان مجموع الأعداد السفلية في كل طرف يجب أن يتساوى ففي المعادلة (١) : $92=90+2$ وكذلك في المعادلة (٢)

- خلال اضمحلال بيتا (كما في المعادلة ٢) ينتج أنتي نيوتروني ${}^0_0 \bar{\nu}$ وهو جسيم ضديد المادة وليس له كتلة أو شحنة .

عمر النصف :

هي الفترة الزمنية اللازمة لاضمحلال نصف ذرات أي كمية من نظير العنصر المشع .

مثال :

عمر النصف لنظير الراديوم $^{226}Ra = 88$ سنة ، وبالتالي فان كل 1600 سنة سوف يضمحل نصف كمية الراديوم إلى عنصر آخر وهو الرادون وبعد 1600 سنة أخرى سوف يضمحل نصف كمية الراديوم المتبقية .

قانون عمر النصف :

$$\text{الكمية المتبقية} = \text{الكمية الأصلية}^t$$

حيث t عدد أعمار النصف التي انقضت

$$t = \frac{\text{الزمن في المسألة}}{\text{عمر النصف للعنصر المشع}}$$

استخدامات أعمار النصف للنظائر المشعة :

- ١ . إيجاد عمر عينة من مادة عضوية بقياس كمية الكربون 14 المتبقية .
- ٢ . حساب عمر الأرض اعتماداً إلى اضمحلال اليورانيوم إلى الرصاص .

النشاطية الإشعاعية (معدل الاضمحلال) :

- هي عدد إنجارات المادة المشعة كل ثانية .
- نشاطية أي عينة ترتبط مع عمر النصف ، فعمر النصف الأقصر يعني نشاطية إشعاعية أكبر .
 - وحدة قياس النشاطية في النظام العالمي هي : البيكرويل **Bq**

النشاط الإشعاعي الاصطناعي :

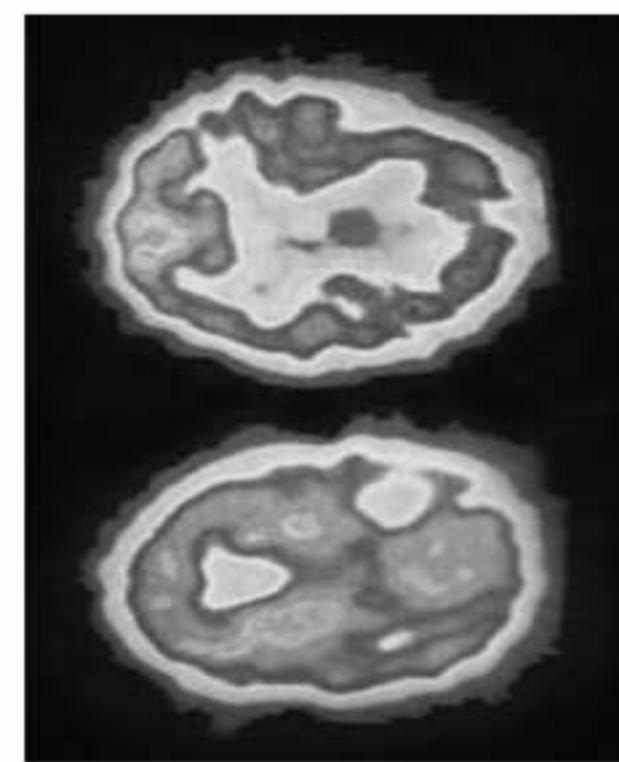
- يمكن إنتاج نظائر مشعة من النظائر المستقرة بقذفها بجسيمات ألفا أو بروتونات أو الكترونات أو أشعة جاما .
- يمكن للأنيون المشعة أن تبعث جسيمات ألفا أو بيتا أو إشعاع جاما بالإضافة إلى النيوترينيو أو الانتيتوترينو أو البوزترون وهو : إلكترون

$$\text{موجب الشحنة } (e^+)$$

استخدامات النظائر المشعة الاصطناعية :

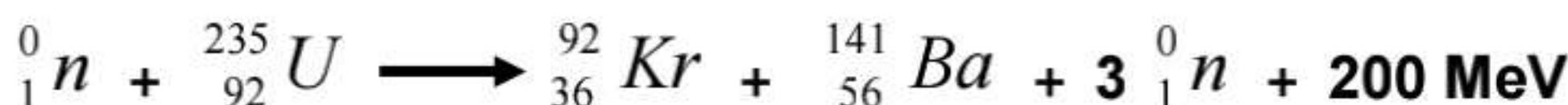
1. تستخدم النظائر المشعة المنتجة اصطناعيا في البحوث الدوائية والطبية حيث يعطى المريض نظائر مشعة تتصلها أعضاء محددة من الجسم ويستخدم الأطباء عداد الإشعاع لمراقبة الإشعاع في العضو الخاضع للعلاج
2. يستخدم انباع البوزترون في عملية التصوير الإشعاعي المقطعي أو التصوير الطبي (PET) للدماغ .
3. يستخدم إشعاع جاما للعلاج من السرطان وذلك بتدمير الخلايا السرطانية .
4. يستخدم نظير اليود المشع لتحقن به الغدة الدرقية المصابة بالسرطان .

الشكل 5-11 من أجل إجراء مسح PET يقوم الأطباء بحقن سائل يحتوي على نظائر مشعة مثل ^{18}F ترتبط مع الجزيء الذي سوف يتركز في الأنسجة تحت العلاج. عندما يضمحل ^{18}F ينتج بوزترونات تفني عندما تتحدد مع الإلكترونات المنتجة أشعة ما، التي يكشف عنها بجهاز مسح PET. بعد ذلك يكون الحاسوب خريطة ثلاثة الأبعاد للتوزيع النظير. دماغ طبيعي - في أعلى الشكل - ودماغ شخص يعاني من ناء الخرف - في أسفل الشكل - مختلفان.

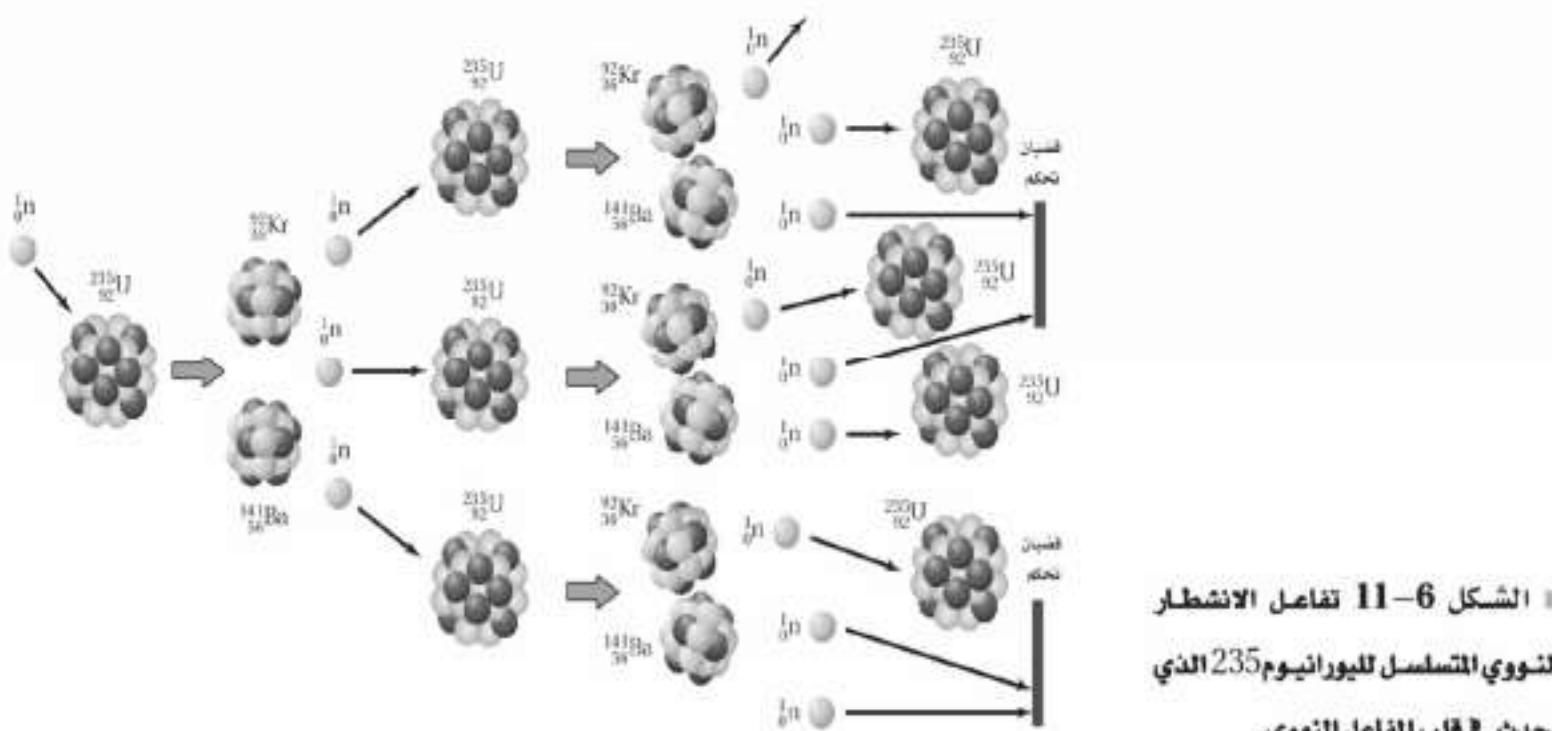


* الانشطار النووي :

- . تعريفه : هو انقسام النواة الثقيلة إلى نواتين أو أكثر وذلك بقذفها بالنيوترونات مما يؤدي إلى إنتاج طاقة كبيرة .
- . مثال : نواة نظير اليورانيوم تنشطر إلى نواتي عنصري الباريوم والكريتون عند قذفها بالنيوترونات على حسب المعادلة التالية :



- . عندما يحدث النيوترون الواحد انشطاًراً نووياً فإن ذلك الانشطار يحرر ثلاًث نيوترونات وكل منها يحدث انشطارات جديدة .
- . هذه العملية المستمرة في تفاعلات الانشطار المتكررة والتي تحرر نيوترونات تسمى التفاعل المتسلسل .



* المفاعلات النووية :

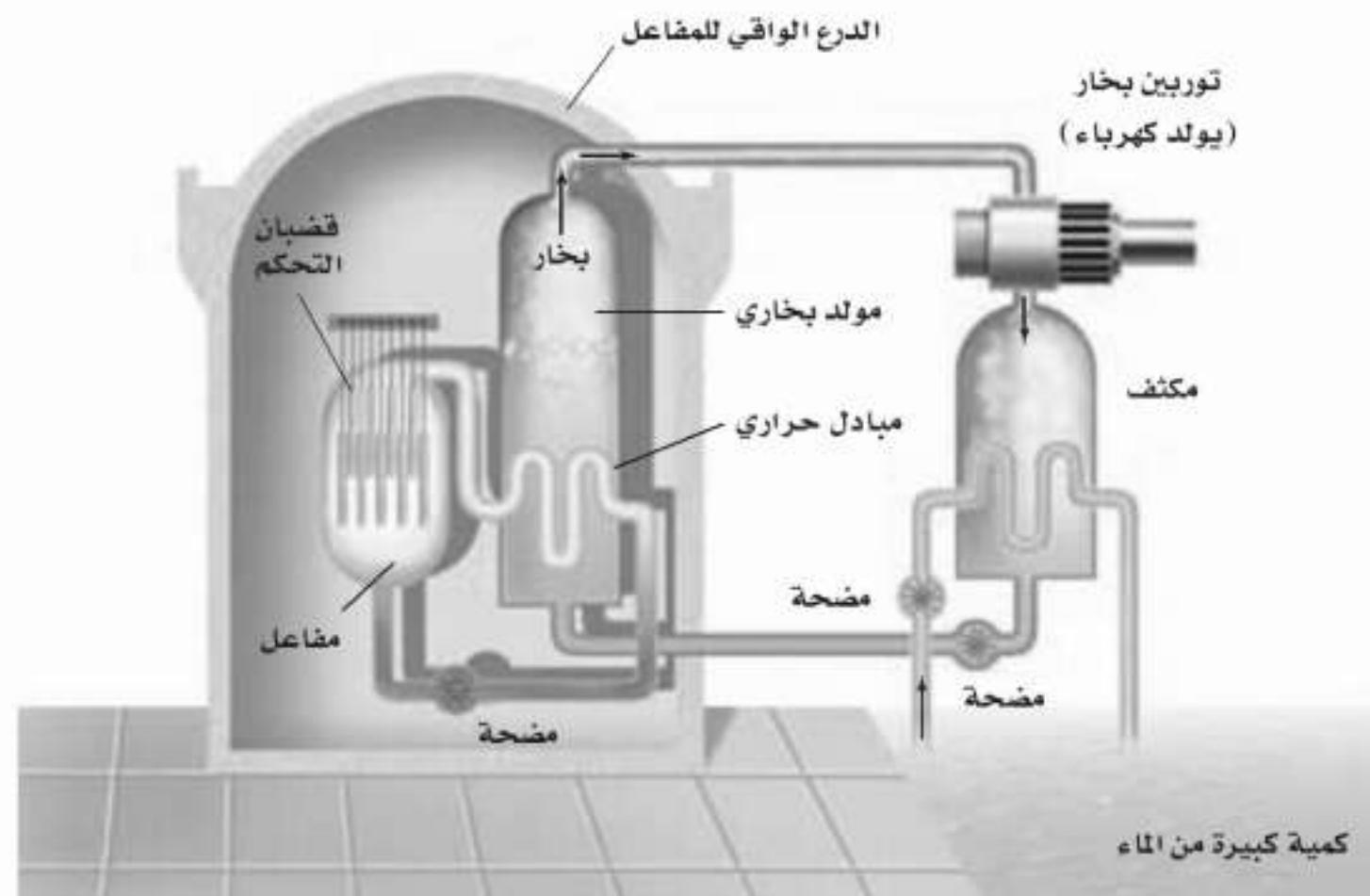
- . يستخدم المفاعل النووي لإحداث تفاعل متسلسل نووي مسيطر عليه لإنتاج طاقة يمكن الاستفادة منها .

العناصر المشعة المستخدمة في المفاعل النووي:

- ١- نظير اليورانيوم الذي يستخدم في المفاعلات النووية ليحدث له انشطار هو ${}_{92}^{235}U$ ونسبة أقل من 1 % طبيعيًا .
- ٢- نظير اليورانيوم ${}_{92}^{238}U$ ونسبة أكثر من 99 % طبيعيًا .

شروط حدوث الانشطار النووي في المفاعل:

- عندما تتصـلـ نـواـة ${}_{92}^{238}U$ نـيـوـتـروـنـا سـرـيـعـةـ فإـنـا لا تـنـشـطـرـ وـلـكـنـها تـصـبـ نـظـيـراـ جـدـيـداـ هو ${}_{92}^{239}U$ لـذـلـكـ فـانـ اـمـتـصـاصـ الـنيـوـتـروـنـاتـ بواسـطـةـ ${}_{92}^{238}U$ يـعـنـعـ مـعـظـمـ الـنيـوـتـروـنـاتـ مـنـ الوـصـولـ إـلـىـ ذـرـاتـ ${}_{92}^{235}U$ الـانـشـطاـرـيـةـ لـذـلـكـ لـابـدـ مـنـ:
- ١- زـيـادـةـ كـمـيـةـ أـكـبـرـ مـنـ ${}_{92}^{235}U$ وـتـسـمـيـ هـذـهـ عـمـلـيـةـ بـتـحـصـيبـ الـيـورـانـيـومـ .
- ٢- تـبـطـئـ الـنيـوـتـروـنـاتـ السـرـيـعـةـ حـتـىـ تـمـتـصـصـاـ نـواـةـ ${}_{92}^{235}U$ وـذـلـكـ بـتـفـتـيـتـ الـيـورـانـيـومـ إـلـىـ قـطـعـ صـغـيرـةـ وـوـضـعـهـاـ فـيـ مـهـدـيـ يـطـيـ هـذـهـ الـنيـوـتـروـنـاتـ .



. هو أحد أنواع المفاعلات النووية وفيه يتم غمر قضبان بالماء الذي يهدئ المفاعل وينقل الطاقة الحرارية بعيداً عن انشطار اليورانيوم وتوضع قضبان من فلز الكادميوم بين قضبان اليورانيوم حتى تنتص النيوترونات بسهولة فيعمل مهندساً أيضاً.

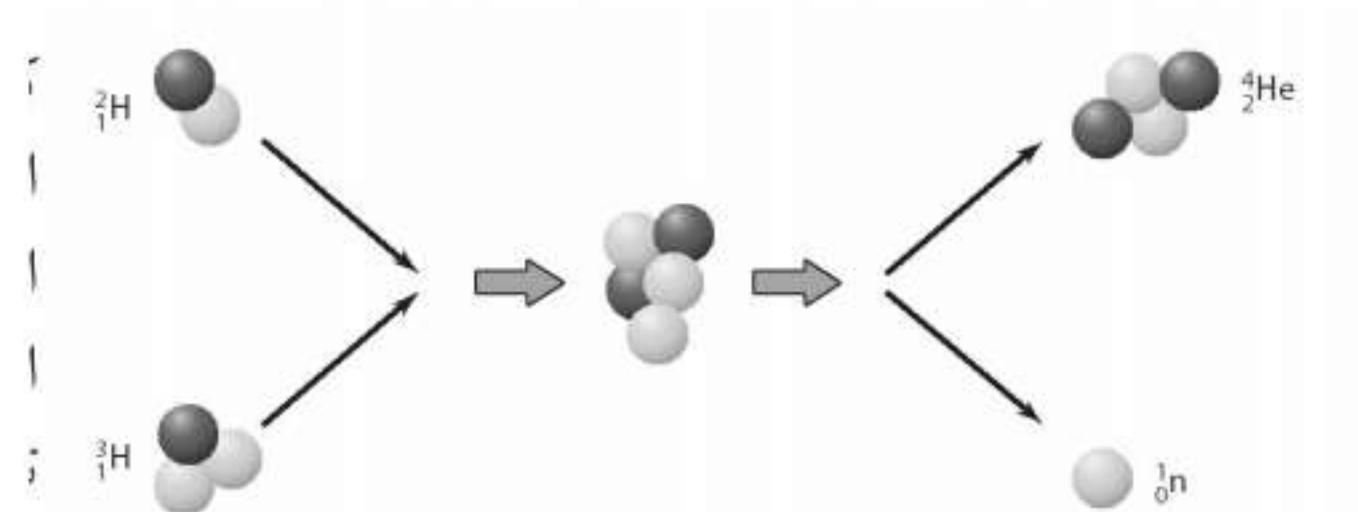
- تتحرك قضبان الكادميوم إلى داخل وخارج المفاعل للتحكم في معدل التفاعل المتسلسل كما يلي :

- ١- عندما يتم إزالة قضبان التحكم كلياً داخل المفاعل فإنها تنتص عدداً كافياً من النيوترونات وبذلك تمنع حدوث تفاعل متسلسل.
- ٢- عند رفع قضبان التحكم يزداد معدل الطاقة المتحررة بسبب توافر نيوترونات حرجة كافية لاستمرار حدوث التفاعل المتسلسل .

. يضخ الماء المحيط بقضبان اليورانيوم إلى مبدل الحرارة فيسبب غليان ماء آخر منتجًا بخاراً يعمل على إدارة توربينات موصولة بمولدات توليد الطاقة الكهربائية .

* الاندماج النووي :

- تعريفه : هو اندماج أنوية كتلها صغيرة لتكوين نواة ذات كتلة كبيرة .
- العمليات التي تحدث في الشمس هي مثال على عملية الاندماج النووي حيث تندمج أربعة أنوية هيدروجين (بروتونات) خلال عدة مراحل لتكوين نواة هيليوم واحدة وحيث أن كتلة البروتونات الأربعة أكبر من كتلة نواة الهيليوم فان فرق الكتلة بينهما يتحول إلى طاقة لا تحدث تفاعلات الاندماج إلا عندما يكون للأنيون كميات هائلة من الطاقة الحرارية للتغلب على قوى التناحر بين النوى المشحونة لذلك تحتاج إلى درجات حرارة تصل إلى $2 \times 10^7 \text{ K}$.
- في القبلة الهيدروجينية أو القبلة الحرارية النووية نحصل على درجات الحرارة العالية اللازمة لإحداث التفاعل الاندماجي من انشطار اليورانيوم أو القبلة الذرية .



* كواشف الجسيمات المشحونة وأشعة جاما :

- يمكن الكشف عن الجسيمات المشحونة عندما:
- تؤين المادة التي تدقف عليها.
 - أو تلمع بعض المواد عندما تصطدم بها
 - أو تبعث فوتونات عند تعرضها للإشعاع عندما تتعرض إلى أنواع معينة منه .



الشكل 13-11 تُظهر صورة حجرة

فقاعة اللون الوهمية مسار الجسيمات المشحونة.

من الطرق المستخدمة في الكشف عن الإشعاعات أيضا :

. عدد جايجر

. حجرة غيمة ولسون

. حجرة الفقاعة

. حجرات سلك

. الكاشف التصادمي والذي يرصد ربع مليون تصادم للجسيم في الثانية الواحدة ويعمل كآلة تصوير وتكون صور حاسوبية حالات التصادم .

وحدات بناء المادة :

. المسارعات الخطية :

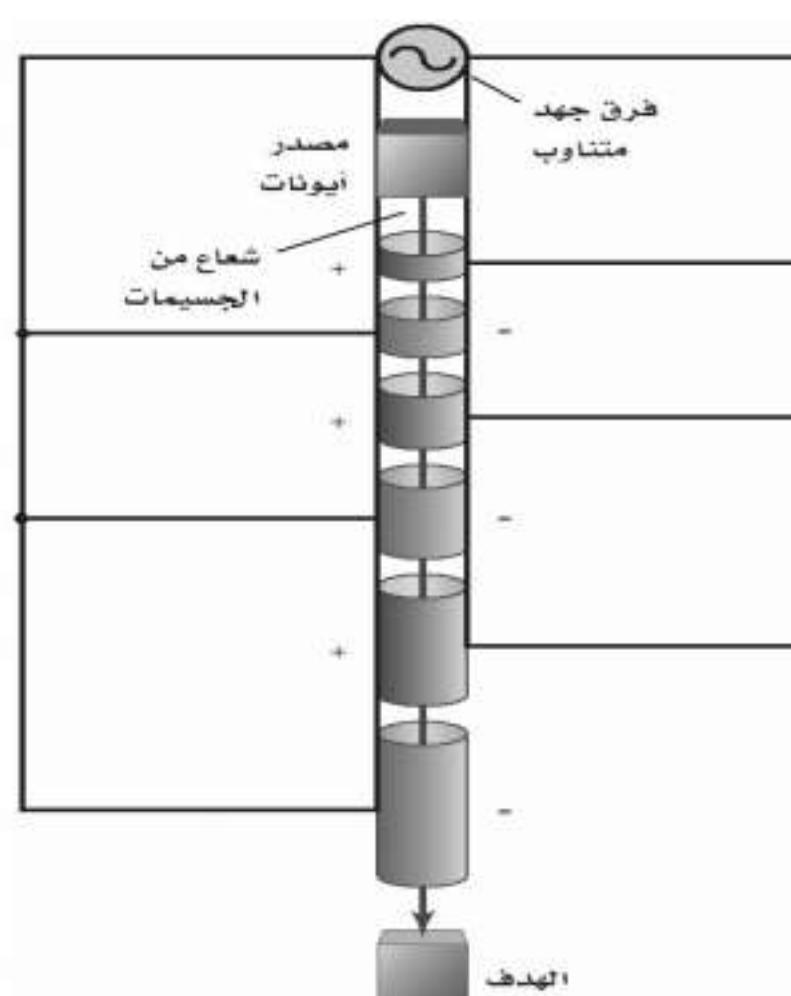
- استخدامها : مسارعة البروتونات أو الالكترونات (الجسيمات المشحونة فقط).

. تركيبها :

- سلسلة من الأنابيب الم gioفة داخل حجرة طويلة مفرغة بمصدر جهد متناوب عالي التردد يولد مجالاً كهربائياً.
- لا يوجد مجال كهربائي داخل الأنابيب وإنما يوجد في الفجوات بين الأنابيب لذلك تتحرك البروتونات داخله بسرعة ثابتة.

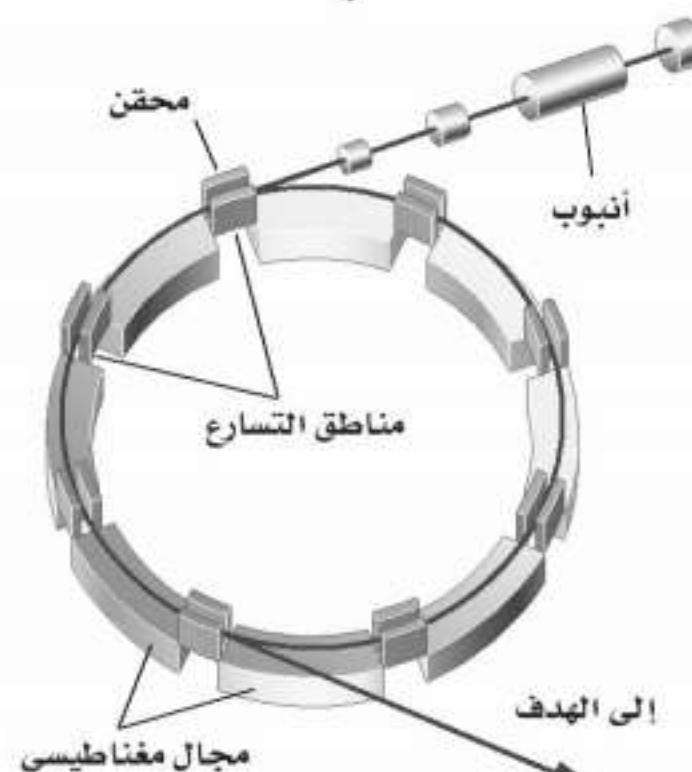
طريقة عملها :

- تنتج البروتونات من مصدر أيوني وعند تطبيق جهد سالب على الأنابيب الأولى فإنها تتتسارع.
- يعدل جهد الأنابيب الثاني بحيث يكون سالباً بالنسبة للأول فيعمل المجال الكهربائي المتكون في الفجوة بين الأنابيبين على مسارعة البروتونات داخل الأنابيب الثاني.
- تستمر هذه العملية حيث تبقى البروتونات تتتسارع في الفجوات بين كل زوج من الأنابيب وفي نهاية المسار تكون البروتونات قد اكتسبت عدة ملايين إلكترون فولت من الطاقة.



السنکروترون :

- يمكن أن يصنع المسار ليكون أصغر باستخدام المجال المغناطيسي لثني مسار الجسيمات ليصبح دائرياً.
- في جهاز السنکروترون تفصل مناطق الثنبي المغناطيسي بمناطق تسارع وفي نهاية المسار تصبح طاقة البروتون كبيرة.



— في بداية 1920 توقع ديراك وجود ضد الماء جسيم لكل نوع من الجسيمات والإلكترون الموجب أو البوتزرون مثال على ضد الماء للأجسام

لإلكترون وضديمه البوتزرون نفس الكتلة ومقدار الشحنة ومع ذلك فإن إشارتي شحتيهم مختلفتين وعند اصطدامهما فإن كل منهما يفني الآخر وينتج عن ذلك طاقة على شكل أشعة جاما .

* الجسيمات :

— لقد كان غودج بور للذرة الذي اكتشف عام 1930 م بسيطاً للغاية حيث كانت الذرة مكونة من الكترونات وبروتونات ونيترونات ثم عملت الدراسات العميقه للاضمحلال الإشعاعي على تشویش هذه الصورة البسطة .

— توقع العالمان باولي عام 1931 وفيرمي عام 1934 وجود جسيم متوازن ينبعث مع جسيم بيتا وقد أطلق عليه (نيوترينو) وقد قمت ملاحظته عام 1956

— في عام 1937 اكتشف جسيم سبي (الميون) كتلته كالكترون ثقيل

— في عام 1935 افترض العالم يوكاوا وجود جسيم يحمل القوة النووية القوية في الفراغ تمام كما يحمل الفوتون القوة الكهرومغناطيسية وقد اكتشف هذا الجسيم عام 1947 وسي (البيون)

* النموذج المعياري :

— هل البروتونات و النيترونات جسيمات أولية ؟

— لقد أصبح واضحًا عام 1960 أن البروتونات والنيترونات والبيونات ليست جسيمات أولية وأنها مكونة من مجموعة من جسيمات تسمى (الكوارك)

. يعتقد العلماء الآن وجود ثالث عائلات من الجسيمات الأولية وهي :

١- الكواركات :

تضم بداخلها البروتونات والنيترونات أنواع الكواركات هي : العلوي-السفلي-الساحر-الغريب- القمة -القاع .

٢- الليتونات :

تضم بداخلها الالكترونات والنيوترونات.

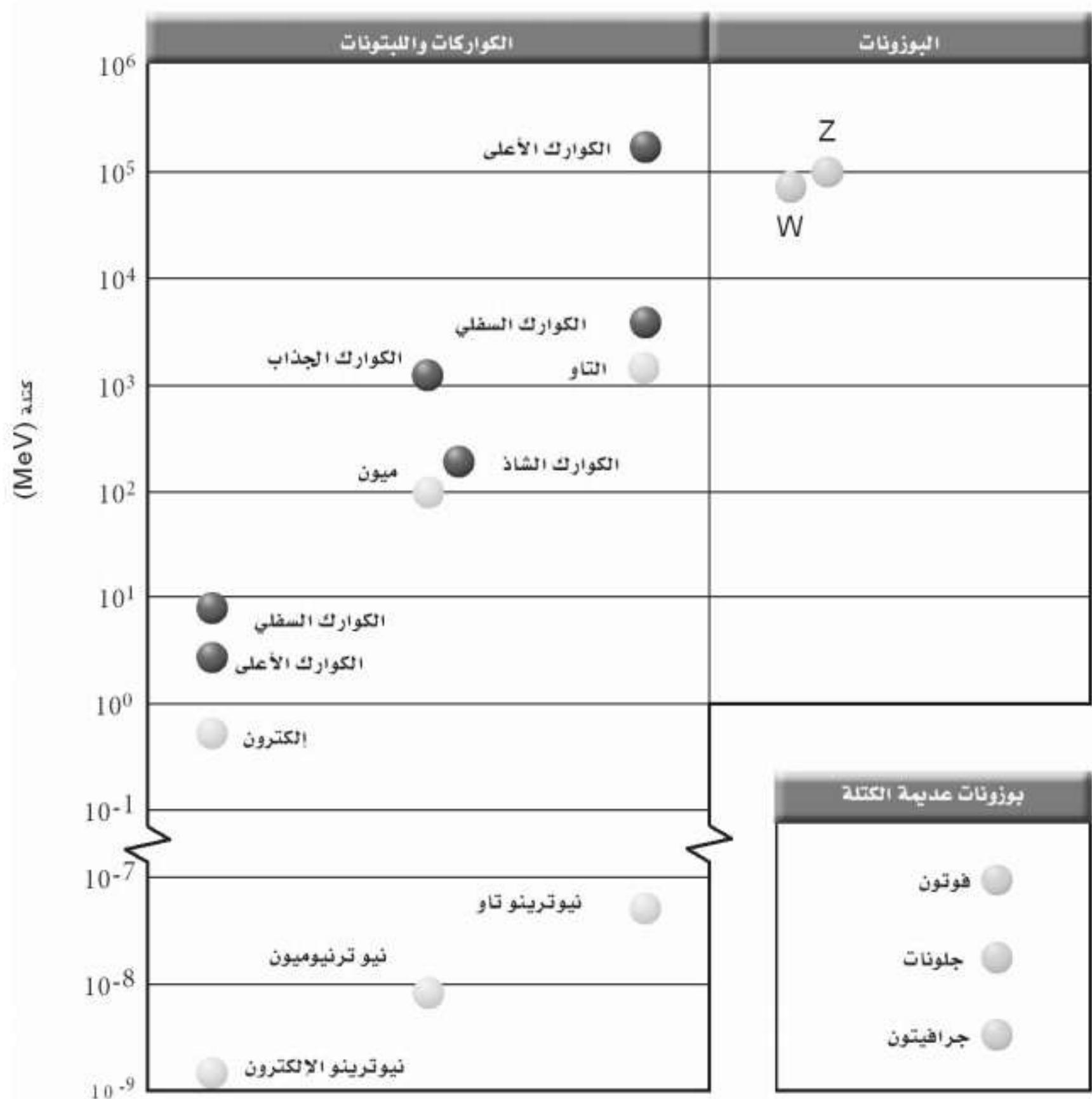
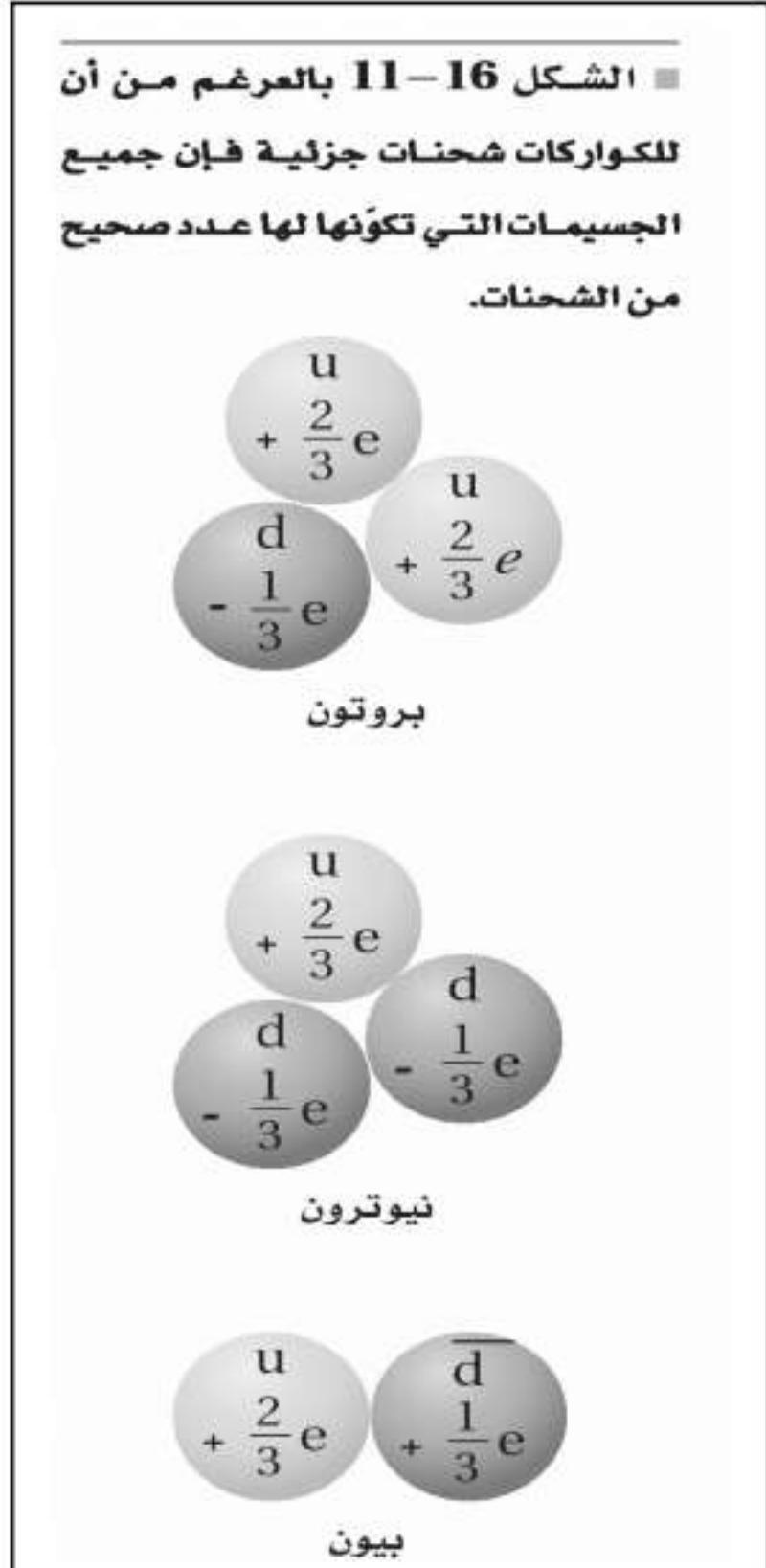
٣- حاملات القوة :

- تضم كلا من :

١- الفوتونات حاملات القوة الكهرومغناطيسية

٢- الجلونات حاملات القوة النووية بين الكواركات .

٣- الجرافيتون الذي لم يكتشف حتى الآن حامل قوة الجاذبية الأرضية.



* البروتونات والنيوترونات :

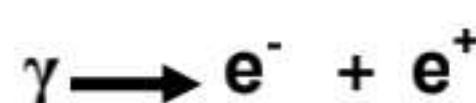
. تتكون النيوكليونات (البروتونات والنيوترونات) من ثلاثة كواركات .

النيوترون	البروتون	مكوناته
يتكون من كوارك واحد علوي u واثنين من الكواركات السفلية d	يتكون من اثنين من الكواركات العلوية u وكوارك سفلي واحد d	
شحنته	شحنته	رمزه
مجموع شحنة ثلاثة كواركات $(\frac{2}{3} + -\frac{1}{3} + -\frac{1}{3})e = 0$	مجموع شحنة ثلاثة كواركات $(\frac{2}{3} + \frac{2}{3} + -\frac{1}{3})e = +e$	
رموزه		
n = udd	P = uud	

التحولات بين الكتلة والطاقة :

$$E = mc^2$$

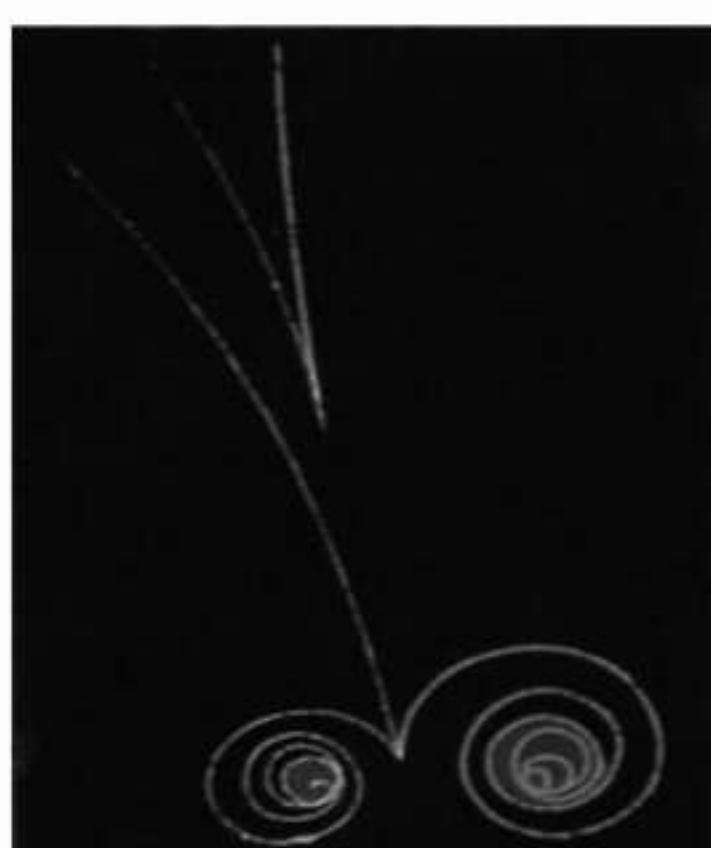
. يمكن حساب كمية الطاقة التي تتولد نتيجة فناء جسيم من باستخدام معادلة اينشتاين :
يمكن أن يحدث معكوس الفناء أي أن الطاقة يمكن أن تحول إلى مادة . فإذا عبر إشعاع جاما بالقرب من نواة فقد ينتج زوج من الإلكترون و البوزترون .



. يسمى تحول الطاقة إلى الجسيمات (مادة و ضد الماده) : إنتاج الزوج .
لا يمكن أن تحدث هذه التفاعلات منفردة (السبب) : لأنها لا تحقق قانون حفظ الشحنة .

* حفظ الجسيم :

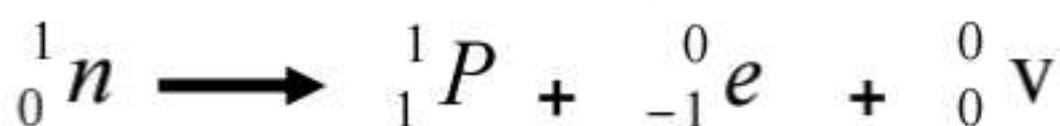
. عند اصطدام الجسيم و ضديده فان كل منهما يفني الآخر ويتحولان إلى فوتونات أو إلى زوج من جسيم و ضديه جسيم أخف وإلى طاقة .



الشكل 18 – 11 عندما ينتحج الجسيم فإن ضديه هذا الجسيم ينتج أيضاً هنا تض محل أشعة جاما إلى زوج من الإلكترون والبوزترون.

* اضمحلال بيتا والتفاعل الضعيف :

. في عملية اضمحلال النيوترون يتحول النيوترون إلى بروتون مع انبعاث جسيم بيتا (إلكترون سالب) و نيوترينو (جسيم كتلته صغيرة جداً وعديم الشحنة) وتكتب معادلة اضمحلال النيوترون كالتالي :



. عند اضمحلال البروتون الآخر فإنه يتحول إلى نيوترون داخل النواة مع إطلاق بوزترون و نيوترينو على حسب المعادلة التالية :



. إن انحلال النيوترونات إلى بروتونات، وانحلال البروتونات إلى نيوترونات لا يمكن تفسيره بواسطة القوة القوية بل يشير إلى أنه يجب أن يكون هناك تفاعل آخر وهي : القوة النووية الضعيفة .

. ساد الاعتقاد لفترة طويلة من أن النيوترينو و ضديده عديمة الكتلة إلا أن التجارب الأخيرة التي التقطت هذه الجسيمات من الشمس أثبتت أن للنيوترونات كتلة على الرغم من أنها أقل من أي كتلة جسيم معروف .

* اختبار النموذج المعياري :

. الكواركات و الليتونات تنفصل إلى ثلاثة عائلات وهي :

١. عائلة اليد اليسرى وهي العالم الخيط بنا حيث يتكون من الجسيمات (بروتونات و نيوترونات و إلكترونات)

٢. المجموعة الوسطى وهي جسيمات توجد في الأشعة الكونية وتنتج بطريقة روتينية في مسارات الجسيمات .

٣. عائلة اليد اليمنى : يعتقد أنها كانت مستشاراً قليلاً خلال اللحظات الأولى لانفجار العظيم ونتجت عن تصادمات عالية الطاقة .

. التركيب الرياضي لنظريات التفاعل الضعيف والتفاعل الكهرومغناطيسي متماثلان والنظريات الحالية المتعلقة بأصل الكون تتوقع أن أحنتا متزددين في قوة واحدة تسمى قوة كهربائية ضعيفة .